

المكتبة الثقافية

٣٧

الفضاء الكوني

الدكتور محمد جمال الدين الفندي

وزارة
الثقافة والارشاد القومي
ادارة العامة للثقافة

١٥ مايو ١٩٦١

المكتبة الثقافية

٣٧

الفضاء الكوني

الدكتور محمد جمال الدين الفندي



١٥ مايو ١٩٦١

الناشر



١٨ شارع سوق التوفيقية بالقاهرة

ت ٥٥٠٣٢ — ٧٧٧٤١

تمهيد

يشغل عالمنا المادى بما حوى من عجرات وسدم
وشموس ونجوم وكواكب غير حيز لا يكاد يذكر
من خضم الفضاء المترامى الأطراف من حولنا . ومنذ القدم
والإنسان يشعر فى قرارة نفسه أن سراما يمكن بين ثنايا هذا
الحضم ومن ورائه . وكثيرا ما كان - ولا يزال - يرفع بصره إلى
السماء يستلهمها عون هذا السر ، وإن اختلفت نظراته إليه وتباين
تصوره له باختلاف الشعوب وتباين مراحل المدنية والعرفان .
ورغم أن الإغريق هم الذين قاموا بقسط وافر من الكشف
عن المعالم الأولى للفضاء وأسسوا علم الفلك ، إلا أن الكهنة
المصريين كانوا قد سبقوهم فى ذلك بمدة كبيرة ، خصوصاً فيما كان
يتعلق برصد النجوم وعبادتها ؛ ولقد نزع كبار فلكي الإغريق
إلى مصر للدراسة أجرام السماء ومعالم الفضاء على يد الكهنة
المصريين . وبلغ علم الفلك عند الإغريق أعلى مراتبه فى مدرسة
الإسكندرية ، على يد أمثال تيموخارس وأرستارخس .
وكانت للعرب جهود موفقة فى هذا الميدان ، فقد بنى المأمون
مرصدا عظيما فى بغداد حيث باشر أبو معشر رصد السماء

واستطلاع أبراجها . وأعقبه ابن يونس ، ثم أبو ريحان محمد ابن أحمد البيروني (٩٧٣ - ١٠٤٨) الفلكي المرموق والعالم العربي الجليل صاحب « القانون المسعودي في الحياة والنجوم » ، وغيرهم كثير .

وما إن جاء عصر النهضة العلمية ، وسار ركب العلم في موكبه المظفر ، حتى عرف الإنسان الشيء الكثير عن الفضاء ، فأفحم نفسه فيه متطعماً إلى الصعود في السماء لعله يرقى إلى كوكب من كواكب السمحاء . وانحصرت المعركة كلها في التغلب على الجاذبية أوقبضة الأرض من ناحية ، ثم في الوصول إلى طريقة تمكنه من السبح بمركباته ومعداته خلال وسط خلو من الهواء من ناحية أخرى . وسوف يقف القارئ على تفاصيل تلك المعركة التي خاضها الإنسان بالصواريخ . ويعرف كيف طور صناعة هذه الصواريخ حتى نجح في إطلاق الأقمار والكواكب الصناعية ومركبات الفضاء التي استردها سالمة إلى سطح الأرض بعد أن سبحت في سماءها وجمعت الشيء الكثير من المعلومات اللازمة عنها . والكتاب أشبه شيء بالرواية التي تجعل لُبّ الموضوع أقرب للفهم بتسلسله الطبيعي ، وأمتع عند التلاوة لمشابهته بالقصص ، وأبقى في الذاكرة بما يشير من اهتمام . كل ذلك في بساطة لفظية وسلامة علمية وتوضيح بالرسوم والأشكال . جمال الفسرى .

الفضاء البعيد

الفضاء الكونى يعنى قبل كل شىء الوسط الذى لا أثر للهواء فيه . ولهذا تنعدم خلاله جميع مقاومات الحركة ومعوقاتها ، أو كل ما يحد من حركة الأجسام ، وهذا هو السر فى أن سائر الأجرام السماوية تسبح فيه منذ القدم وتجرى فى مساراتها دون عائق . . وخضم الفضاء لا نهاية له بطبيعة الحال ، أى لا تحده حدود معينة ، وتسبح فيه على أبعاد متباينة أجرام السماوات التى يبنى منها الكون أو الوجود المادى ، كما تنتشر بين أرجائه طاقات لا حصر لها من الضوء والحرارة وما على شاكلتها من أمواج الأمير التى تنتقل عبر الفضاء الكونى ، وجسيمات متناهية فى الصغر عظيمة الحركة وسحب وغازات متفاوتة الكثافة .

ووحدة الكون العظمى هى المجرات الضاربة فى أعماق الفضاء ، والتى لا نكاد نحصىها عدا . وقوام كل مجرة آلاف

ملايين النجوم (*) التي تبعد عن بعضها البعض آلاف بلايين الكيلو مترات ، ويصل إلينا جانب من أضواء بعض تلك المجرات خافتا ضعيفاً . وليس الفضاء الواسع الذي بين النجوم فراغا تاما تنعدم فيه كافة معالم المادة ، بل تنتشر بين أركانه بعض الغازات كالإيدروجين ولو بقلة وندارة ، كما توجد السحب والأترية السكونية ، كما هو الحال في طريق (التبانة) أو الطريق (البنى) مثلا الذي تتكبدس فيه النجوم والشموس في مجرتنا ، ومنها شمسنا بالذات . وغالبا ما يرجع اسم (التبانة) هذا إلى تشابه بين الشكل السحابي لهذا الجزء من المجرة كما نراه في السماء ومنظر التبن عندما يبعثر على الأرض على طول طريق ناقليه . أما التسمية الثانية فلعل أساسها تشابه الشكل السحابي الأبيض الباهت بلون اللبن كما في شكل (١) .

وفي طريق التبانة هذا يتكاثف مع الغاز المنتشر بين النجوم عدد وفير من ذرات العناصر الثقيلة ، ويكون في صورة سحب من الأترية تنعقد كما تنعقد نقط الماء داخل السحب في

(*) لا فرق بين الشمس والنجم إلا فيما نعتبره من حالة التوازن في الشمس الحادث بين ما يتولد داخلها من طاقات بعمليات التفجير النوى وما يشعه سطحها للفضاء . وعلى ذلك يمكن أن نقول إن الشمس هي النجم المتزن .

جو الأرض ، وتسبب ما يشبه الضباب الكثيف الذي يحول
دون رؤية ما وراءه عندما نسلط عليه مناظيرنا المكبرة
من الأرض .



شكل (١) جزء من الطريق اللبنى أو طريق النبانة

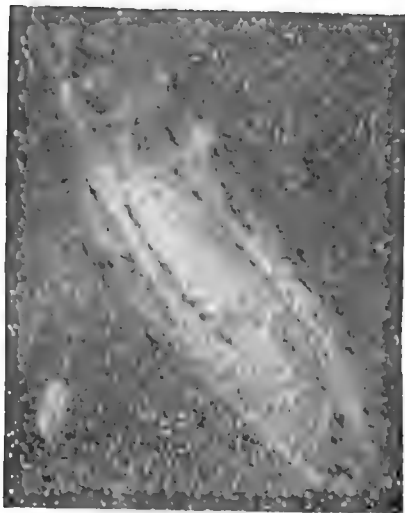
وكما قدمنا تبلغ المسافات التى بين النجوم حد الخيال :
 فأقرب مجموعات النجوم التى فى طريق التبانة مثلاً يصلنا ضوءها
 فى بضعة سنين ، علماً بأن سرعة الضوء هى ٣٠٠ ألف كيلو متراً
 فى الثانية الواحدة . وهناك فئات عديدة من النجوم فى الطريق
 اللبنى تبعد عنا بمسافات يقطعها الضوء فى نحو ألف سنة . ثم أى
 أنها تبعد عنا بنحو ألف سنة (*) ضوئية . ولكن هذا الطريق
 ذاته هو جزء صغير من القرص العظيم الذى يكون مجرتنا والذى
 يبلغ قطره نحو ٧٠ ألف سنة ضوئية . ويدور هذا القرص
 ويلف حول نفسه فى الفضاء الكونى بسرعة فائقة تبلغ عند
 الحافة نحو مليون ميل فى الساعة الواحدة ، إلا أنه لعظم حجمه
 لم يستطع أن يكمل منذ ظهور أقدم النجوم فيه حتى الآن - أى
 منذ نحو ٥ آلاف مليون سنة - أكثر من ٢٩ دورة !
 وللمجرات أشكال متنوعة ، فمنها الحلزونية ومنها المغزلية . . .
 كما فى شكل (٢) .

وتوجد أقرب المجرات لمجرتنا على مسافة منها تعادل نحو ٧٠
 ألف سنة ضوئية . وتتكاثر الفجرات فى بعض أرجاء هذه المجرة

(*) لاحظ أن السنة الضوئية تعادل نحو عشرة ملايين الملايين من الكيلو
 مترات ، وهى الوحدة المستخدمة فى تقدير أبعاد النجوم .

كما تلعب فيها كثير من النجوم المعروفة باسم النجوم البراقة أو فوق البراقة(*) . وتذهب إحدى نظريات الفلك الحديثة إلى أن الكواكب السيارة هي من نتاج انفجار النجوم فوق البراقة . ولهذا يعتبر وجود مثل هذه النجوم في تلك المجرة دليلا على وجود الكواكب السيارة بها على غرار الكواكب السيارة التي في مجرتنا .

(*) ينهب بعض علماء الفلك المعاصرين إلى أن مثل هذه النجوم البراقة أو فوق البراقة كما نسميها [بسبب عظم توهجها ولما لها] سريما ما تنفجر لعدم اتزانها نظرا لوفرة ما تفقد من طاقات إلى الفضاء بواسطة الإشعاع المتزايد من سطوحها . وينجم عن انفجارها تناثر كيات وفيرة من حطام المادة وعناصرها في الفضاء ، إلا أن جانباً منها يمكن أن يجمع في ظل الشمس المجاورة ، أو التي تكون معها ازدواجات ، وتنشأ عنه الكواكب السيارة . وهذا هو عين ما حدث بالنسبة لمجموعتنا الشمسية منذ نحو ثلاثة آلاف مليون سنة مضت . وفي طريق التنبأة ينفجر في المتوسط نجم واحد من النجوم فوق البراقة كل ٢٠٠ أو ٣٠٠ سنة . وعلى ذلك فلا بد أنه قد تم انفجار نحو عشرة ملايين من مثل هذه النجوم في مجرتنا منذ نشأتها الأولى . وإذا ما افترضنا أن أغلب تلك النجوم فوق البراقة كانت ضمن مجموعات من الشمس المزدوجة ، ويتج عن انفجارها تولد الكواكب السيارة حول شمس تلك المجموعات ، فإننا نتوقع أن يكون في طريق التنبأة عدة ملايين من مجموعات الكواكب السيارة التي تشبه مجموعتنا والتي تلام أجواء بعض أفرادها ظهور الحياة وتطورها عليها كما حدث على الأرض سواء بسواء .



(شكل ٢) المجرة

ولكل مجرة توابها من أجرام يقال لها «مجموعات الأقار»
وهي عوالم هائلة ، تحتوى كل مجموعة منها على ما يربو على المائة
الف نجم ، ويطلق عليها عادة اسم «التجمعات الكرية» ، إذ أنها
تبدو كروية الشكل . وبالرغم من أن هذه العوالم تقع خارج المجرة
إلا أنها تتحرك في أفلاك تحترق قرصها من آن لآخر . ويتبع
مجرتنا نحو ١٠٠ من هذه التجمعات الكرية التي اخترقت قرصها
عدة مرات منذ بدء الخليقة ، وسببت في كل مرة اخترقت فيها
قرص المجرة أنواعا شتى من الاضطرابات التي كان لها أثرها على
نجوم المجرة ومساراتها .

وتتباعد المجرات ، وهي تتراجع ، عن بعضها البعض بسرعة
فائقة ، ويزداد تبعاً لذلك حجم الكون ، أو هو يتمدد (*) ،

(*) مسألة اتساع الكون من النتائج التي تمخضت عنها بعض النظريات
الحديثة كنظرية النسبية المعروفة . ولا يعنى استمرار تباعد المجرات عن
بعضها البعض أن الكون سيصبح فارغاً في يوم من الأيام عندما تختفي مجراته
وراء حدود الكون المرئي ، لأنه سيظل هكذا يمتج بالآلاف ملايين المجرات
على النحو الذى نراه اليوم ، إذ تولد فيه مجرات جديدة كلما اختفت مجراته
البعيدة وراء الحدود المرئية . ويتم تولد المجرات الجديدة هذه من الغاز الكونى
أو الإندروجين بنفس الطريقة التى أدت إلى ظهور المجرات القديمة ، أى من
طريق الدوامات والتجمع الجاذبية العالية ، ثم التضاضط المستمر الذى يحدث
في الغازات التى تكوّن النجوم .

بمضى الوقت . وكلما تباعدت المجرات عن بعضها ازدادت سرعتها . فقد لوحظ مثلا أن المجرات القريبة من مجرتنا تبتعد عنا بسرعة تصل إلى بضعة ملايين الأميال في الساعة الواحدة ، في حين تنطلق المجرات التي على مسافات أكبر مبتعدة في أعماق الفضاء بسرعات تربو على ٢٠٠ مليون من الأميال في الساعة الواحدة . وتصل سرعة تباعد المجرات التي على أضعاف هذه المسافات من مجرتنا وإلى حدود سرعة الضوء . وفيما بعد ذلك ، أو فيما وراء تلك الحدود من المسافات الشاسعة ، تربو سرعة تباعد المجرات عنا على سرعة الضوء نفسه ! وبذلك لا تصلنا أضواؤها وبقى لا نعرف من أمرها شيئا ، بينما تظل تلك المجرات وراء حدود الكون المرئي ، أى في العالم الغير المرئي في خضم الفضاء اللانهائي .

وقوام الكون المرئي في وقتنا الحاضر ما يربو على نحو ألف مليون مجرة ، كلها آخذة في التباعد عن بعضها البعض . وتقع حدود الكون منا على أشبه شيء بالسطح الكروى الذى يبلغ نصف قطره نحو : 5×10^{27} سنتيمترا .

أى خمسة متبوعة بسبعة وعشرين من الأصفار ! ويمكن للضوء أن يقطع هذه المسافة في مدة قدرها : 5×10^9 سنة .

ولقد قدرت كتلة هذا الكون بالحساب ، أى ما يجمع فيه
 من مادة وطاقات ، بما يعادل نحو : 5×10^{61} جراما ،
 أى خمسة متبوعة بستة وخمسين من الأصفار ١١
 وبطبيعة الحال ترىنا هذه الأرقام كلها معنى الفضاء البعيد ،
 فنحن لا نكاد نخرج عن نطاق مجموعتنا الشمسية إلا ونكون
 قد بدأنا رحلتنا إلى مشارف الفضاء البعيد ، إلى حيث النجوم
 والشموس وما قد يتبعها من مجموعات سیارة لآحد لها ولا حصر
 فى كل ركن من أركان السماء .

نعم إن تلك الأرجاء تفوق أبعادها حدود الوصف والخيال
 ولا سبيل لنا إليها . ولقد عبر القرآن الكريم فى بلاغة واضحة
 وإعجاز رائع عن بعد النجوم حين أقسم بمواقعها فى سورة
 الواقعة إذ يقول : « فلا أقسم بمواقع النجوم وإنه لقسام لو تعلمون
 عظيم » .

الفضاء القريب

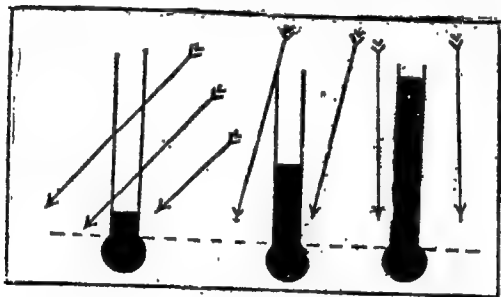
أنتا عندما نتحدث عن الفضاء الكوني في كتابنا هذا سوف تقصر الكلام على الفضاء القريب ، ونهى به ذلك الفضاء الذى تسبح فيه الأرض وأخواتها من أفراد المجموعة الشمسية ، وهو نفسه الفضاء الذى تسبح فيه أقارنا وكواكبنا الصناعية منذ بدأ عصر الفضاء ، والذى يرجو علماء الأرض أن تجوب أركانه سفن الفضاء التى يزمعون بناءها فى المستقبل : وتقع الشمس فى مركز هذا الفضاء على بعد نحو ٩٣ مليوناً من الأميال .

ولعلنا نلحس أن الفضاء الذى تسبح فيه مجموعتنا الشمسية بكواكبها السيارة التسعة ، وما قد يتبع كل كوكب منها من أقار تدور فى كنفه — جدول رقم (١) — لا يكون فى جلته إلا جزءاً متناهياً فى الصغر بالنسبة لخصم الفضاء الكونى البعيد الذى حاولنا وصفه . وبينما تقدر المسافات فى هذا الفضاء الأخير بالسنين الضوئية نجد العلماء يقيسون المسافات عبر الفضاء القريب بوحدة فلكية أصغر هى متوسط بعد الأرض عن الشمس — .

الكوكب	نصف قطر المسار بالوحدة الفلكية	فترة الدورة الكاملة حول الشمس	عدد التتابع
عطارد	٠,٣٩	٨٨ يوما	—
الزهرة	٠,٧٢	٢٢٥ يوما	—
الأرض	١,	سنة	١
المريخ	١,٥٢	١٨٨ يوما	٢
المشتري	٥,٢٠	١١,٩ سنة	١٢
زحل	٩,٥٤	٢٩,٥ سنة	٩
أورانوس	١٩,١٩	٨٤ سنة	٥
نبتون	٣٠,٠٧	١٦٤,٨ سنة	٢
بلوتو	٤٠	٢٥٠ سنة	—

جدول رقم (١) أفراد المجموعة الشمسية وأقمارها
وليس مسارات الكواكب حول الشمس صادقة الاستدارة،
بل نجدها يعضاوية الشكل ، وهي التي تسمى علميا قطاعات
ناقصة ، ولهذا يتغير البعد بين الشمس والكواكب أثناء سبجها
أو انطلاقتها في مداراتها . وتبلغ أقل قيمة للمسافة بين الأرض

والشمس ٩١,٤٥٠,٠٠٠ من الأميال ، أما اكبر قيمة فهي نحو ٩٤,٥٦٠,٠٠٠ ميلا ، أى بزيادة قدرها ٣,١١٠,٠٠٠ من الأميال . ولا ينجم عن هذا التغير فى البعد تأثير محسوس فى جو الأرض ، فالمشاهد مثلاً أن نصف الكرة الشمالى يميل إلى الدفء صوماً عندما يكون أبعد ما يمكن عن الشمس ، وعلة هذه الظاهرة يرجع أساسها إلى تأثير ميل محور الأرض على العمود المقام على مستوى مسارها حول الشمس بزاوية قدرها $23\frac{1}{2}$ درجة . فالثابت علمياً أنه كلما تعامدت أشعة الشمس على سطح الأرض ، أو قاربت من التعامد عليه ، كان تأثيرها أكبر على الجو ، كما هو ممثل بالرسم فى شكل (٣) .



شكل (٣) يتوقف تأثير الأشعة على مدى تعامدها على السطح

وتتشابه الكواكب الأربعة : عطارد والزهرة والأرض والمريخ في تقارب حجومها وكثافة مادتها . ولهذا السبب كثيرا ما يطلق عليها العلماء اسم « مجموعة الكواكب الأرضية » .
وعطارد هو أصغر أفراد المجموعة إذ يبلغ قطره نحو ٣١٠٠ ميل فقط (قطر الأرض (*)) ، كما أنه يدور في أصغر المسارات حول الشمس . وقد صورته الإغريق في صورة الساعي المجد لأنه يتم دورته في ٨٨ يوما فقط .

أما الزهرة فهي أخت الأرض بحق ، إذ يبلغ قطرها نحو ٧٧,٣٪ من قطر الأرض ، كما تبلغ كتلتها (أو مقدار ما تجمع فيها من مادة) نحو ثمانية أعشار كتلة الأرض . وتختلفها غازات كثيفة تعترض سبيل الرؤية بالمنظير المكبرة (أو التلسكوب) الموجهة إليها من الأرض بغية دراستها والكشف عن معالم سطحها .

ولقد تقدم الدكتور هاينز هابر الأستاذ بجامعة كاليفورنيا ببلوس أنجليس بنظرية خاصة بكوكب الزهرة وإمكان نشوء الحياة هناك في وسط من الغاز ومركباته ، فخواها أن السحب

(*) يبلغ طول قطر الأرض ٧٩٢٠ ميلا .

الغامضة التي تغلف جو كوكب الزهرة يمكن أن تكون تجمعات هائلة من كائنات حية صغيرة تهيم على أنسب ارتفاع لها بالنسبة لضوء الشمس ودرجة الحرارة هناك . ومثل هذا الرأي لا يمكن ان يكون مجرد خيال ، فمثل تلك الكائنات يمكن أن تحكي أكداً الكائنات البحرية الهائلة التي تسبح على أعماق مناسبة من أسطح محيطات الأرض وبحارها وتعرف علمياً باسم (البلائكتون) . هذا وقد توجد من تحتها كائنات أخرى تستطيع النحليق في الجو لتقتات منها ، تماماً كما تفعل الأمهات التي تتغذى على (البلائكتون) . وربما تتساقط أغلب أجسام هذه الكائنات بعد موتها نحو سطح الزهرة الذي قد تكون عليه دواب تتحمل حرارات السطح وتقتات من ذلك الغذاء النازل من السماء كما تقتات حيوانات أعماق بحار الأرض بما يصلها من بقايا أجسام كائنات البحر المتساقطة في صورة مطر مستمر سواء بسواء .

ويلغ قطر المريح نحو نصف قطر الأرض ، وجوه رقيق شفاف . وهو يدور حول الشمس يبطء . ليكمل دورة تامة في ٦٨٢ يوماً . ولقد تطلعت أنظار البشرية إليه في مستهل عصر الفضاء لوجود نظريات ترجح نشوء الحياة عليه وتطورها منذ

القدم - راجع كتاب المريخ (رقم ١١) من هذه السلسلة .
 وللمريخ قران صغيران هما فوبوس ودايموس (*) . وقطر
 هذا الأخير نصف قطر فوبوس الذى يكمل دورته حول المريخ
 فى ٧ ساعات و ٣٩ دقيقة . أما دايموس فيلزمه ٣٠ ساعة و ١٨ دقيقة
 ليتم دورته حول الكواكب . وبسبب سرعة دوران فوبوس
 نجد أن هذا القمر إنما يتم دورة كاملة فى مدة أقل من يوم كامل
 على المريخ (= ٢٤ ساعة و ٣٧ دقيقة) ، ولهذا السبب يشرق
 فوبوس فى الغرب ويغرب فى الشرق هناك ١ .

وينتشر فى الفراغ الشاسع الواقع بين المشتري والمريخ
 نحو ١٥٠٠ أو أكثر من السيارات الصغيرة التى تتراوح أقطارها
 ما بين الكيلو متر وعدة مئات الكيلو مترات . ولا يزيد وزن
 هذه المجموعة برمتها على ٠,٠٠٢ من وزن الأرض ، مما يقلل
 من أهميتها ولا يجعل لها أثرا يذكر على أفراد المجموعة .

والمشتري هو أكبر أفراد المجموعة ، إذ يبلغ قطره ١١ مرة
 قدر قطر الأرض ، إلا أنه سريع الدوران إذ يقل اليوم الكامل

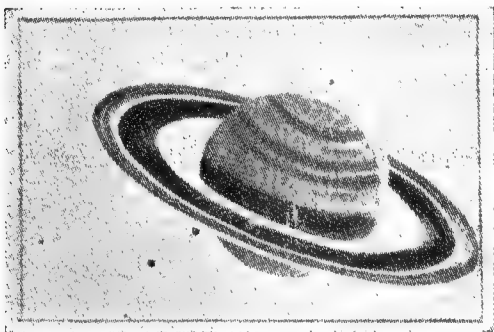
(*) نظرا لصغر حجمهما قبل أنهما من صنع كائنات راقية على المريخ ،
 وأن هذه الكائنات تتخذها بمثابة محطات من محطات الفضاء ، على غرار تلك
 المحطات التى يزعم أهل الأرض بناءها لتسبح فى الفضاء القريب من الأرض .

عليه عن ١٠ ساعات . وتبعا لدورانه السريع هذا استطال قطره عند خط الاستواء . وتبلغ كثافته مرة وثلاث مرة قدر كثافة الماء . وجوه سميك ، ومن المعتقد أنه تسود فيه غازات (الأمونيا) أو النوشادر أو (الميثين) أو غاز المستنقعات ، وهي تكون سحبا سميكة حوله .

وتشابه أجواء كواكب المجموعة الخارجية (زحل وأورانوس وبتون وبلوتو) جو المشتري إلى حد كبير ، إلا أنه بطبيعة الحال كلما بعد الكوكب عن الشمس ازدادت برودة جوه . فمثلا يبعد بنتون عن الشمس بمسافة تقدر بنحو ٣٠ وحدة فلكية ، وعلى ذلك تكون عنده كثافة الإشعاع الشمسي نحو جليل من كثافتها عند الأرض . وهذا هو السر في أن كل ما على هذا الكوكب قد أصبح جامدا صلبا . حتى ثاني أو أكسيد الكربون يتواجد هناك على هيئة جليد قرب نقطة الانصهار ، وكذلك يتجمد الأزوت والأوكسيجين .

ويرى جهرة الفلكيين أنه بالرغم من أن عمالقة الكواكب السيارة باردة هكذا بحيث لا يمكن أن تتوفر عليها سبل الحياة ، إلا أن كتلتها العظيمة وما ترسب فيها من مواد والمسافات الشاسعة التي تفصلها عن بعضها البعض كلها عوامل أتاحت لها فرصة جمع

عدد وفير من الأقمار أو الأتباع التي تضاهي حجوم بعضها حجم
 قر الأرض . فلهشترى ١٢ قرا ، أما زحل فله تسعة أتباع ،
 كما توجد حوله حلقات عظيمة غير بعيدة كما في شكل (٤). وربما



شكل (٤) زحل والحلقات التي من حوله

تكون تلك الحلقات من حطام المادة أو فتاتها . ولأورانوس
 خمسة أقمار ، كما أن لبنتون قرين . أما بلوتو فلا يعرف عنه إلا
 النذر اليسير ، وهو على أية حال من الكواكب التي شارك
 مرصد حلوان في الكشف عنها .

وعندما تقارن هذه الكواكب الكبيرة بأقمارها تبدو لنا
 كتلتها عظيمة بالنسبة إلى الشمس عندما تقارنها بكوكب المشتري

مثلا أو حتى يزحل ! ولثل هذه الأسباب وغيرها ظهرت نظريات عديدة تشرح نشأة الكواكب . ومن أقدم النظريات التي عاجلت هذا الموضوع نظرية بفون الفرنسى التي ظهرت منذ نحو ٢٠٠ سنة . وتدعى هذه النظرية أن أصل الكواكب السيارة إنما يرجع إلى تصادم حدث قديما بين الشمس وحجر كبير من أجرام السماء ، ونجم عن هذا التصادم أن تطايرت اجزاء من جسم الشمس ، واستقرت تحت فعل جاذبيتها على أبعاد مختلفة منها . وكونت هذه الأجزاء بمضى الوقت الكواكب السيارة ، وذلك بعد أن انخفضت درجات حرارة أسطحها الخارجية بواسطة الإشعاع أو انتقال الحرارة منها إلى الفضاء الكونى . وتقتضى هذه النظرية أن تدور الكواكب حول امها الشمس فى أفلاك تكاد تكون مستوى مشتركاً مع اتجاه دوران الشمس حول محورها . وفى عام ١٧٩٦ أعلن العالم الفرنسى المشهور «لابلاس» أن مسارات الكواكب المنتطية بطريقة نظرية بفون وكذلك أفلاكها يلزم أن تختلف فى طبيعتها وشكلها عما هو كائن فعلا ، وافترض أن الشمس وحدها هى التى خلفت الكواكب دون حاجة إلى عملية التصادم . وقد تم ذلك بانفجار الشمس تحت تأثير القوة الطاردة المركزية

انفجاراً (*) عظيمًا تطايرت معه أذرع طويلة من مناطق خط الاستواء لتستقر بفعل الجاذبية في صورة حلقات غير بعيد عنها . وتكونت الكواكب السيارة من هذه الحلقات . ويضيف لابلاس أن الشمس تدور حول محورها وأن الأذرع المتطايرة احتفظت بتلك الدورة في أفلاكها الجديدة . وقد سادت هذه النظرية في أغلب الأوساط العلمية زهاء ثلثي قرن إلى أن دلت كلارك ماكسويل العالم الإنجليزي في عام ١٨٥٩ على أن حركة دوران الكواكب السيارة تباع في مجموعها نحو ٤٩ مرة قدر حركة دوران الشمس نفسها ، بينما لا يتعدى مجموع مادتها جزءاً واحداً من ٧٠٠ جزء من مادة الشمس . فكيف أمكن تلك الحلقات الغازية — التي انفصلت من الشمس بفعل القوة الطاردة المركزية — أن تجمع لنفسها تلك المقادير الحارقة من حركات اللف أو الدوران ؟ هكذا سقطت نظرية لابلاس ، وأعلن جيمس جينس وتوماس شمبرلين أن نشأة الكواكب يرجع أساسها إلى اقتراب نجم كبير من الشمس تسبب في إحداث حالة من المد الشديد التي نتج عنها تولد لسان كبير أو تنوء غير

(*) أو ربما هي سلسلة من الانفجارات ، رغم أن مثل هذه الظاهرة لا تتأهده اليوم .

عادى من مادة الشمس . وامتد هذا النوء إلى مسافات كبيرة عبر الفضاء ، وعندما ، اد اقتراب النجم الزائر من الشمس ضعف تماسك ذلك النوء فانفصلت أجزاء منه على أبعاد مختلفة . وحدث بعد ذلك أن تبلورت من تلك الأجزاء المنفصلة كتل برمتها أخذت تماسك وتتجمع مكونة في النهاية الكواكب السيارة . ولعل من مزايا هذه النظرية تفسير وجود الكواكب الكبيرة الحجم كالمشتري في وضع وسط بالنسبة للكواكب الأخرى . وأضاف جينس إلى نظريته أنه عندما شرع النجم الزائر في الابتعاد تدريجياً عن الشمس تسبب في دوران الكواكب حول الشمس وسط ما تبقى من جسيمات مادية لم تماسك مع بعضها في مدارات غير منتظمة تماماً .

وثمة نظرية أخرى وضعها الفيلسوف الألماني فون فايساكر ، وهي عظيمة الشبه بنظرية لابلاس في أنها اعتمدت في تكوين المجموعة الشمسية على الشمس وحدها . وتقول هذه النظرية إنه بعد أن تم خلق الشمس تبقّت من حولها غازات كونية احتفظت بها الشمس في الفضاء الواسع من حولها بقوة جاذبيتها ولم تفقد تلك الغازات المتجمعة في خضم الفضاء اللانهائي تحت

تأثير عوامل الانتشار (*) وما قد يخشاها من دوامات . وأخذت المادة المتخافه هذه في التكتل والتجمع تحت تأثير عوامل الجاذبية والحركات الدوامية العنيفة والتصادم . . . حتى ظهرت الكواكب . وتعرف نظرية فايساكر هذه باسم (نظرية التراب السحابي) ، وهي من النظريات العديدة التي توحى بأن تكوين المجموعة الشمسية على أية حال إنما هو حدث كبير الاحتمال بين عديد ملايين الشموس التي في مجرتنا أو غيرها من المجرات .

وفي السنين الأخيرة نادى الفلكي الفرد هويل وغيره بنظرية جديدة اعتمدت في صوغها على أن الشمس لم تكن أما للكواكب السيارة في يوم من الأيام ، بدليل أن الجزء الأكبر من مادة الأرض مثلاً يتكون من مواد معينة ثقيلة مثل الحديد والكلسيوم والمغنيسيوم والسليكون والألومينيوم . . . ، وهي لا تتواجد بهذه النسب العالية في الشمس التي سواد مادتها من الإيدروجين ورماده بعد التفجير القوي وهو الهيليوم .

تقودنا هذه الحقيقة إلى أن الأرض وأمثالها من الكواكب حادثات تدخل إلى الكون أنواعاً من المادة تختلف في مجموعها

(*) المعروف أن من خصائص الغاز الطبيعية الانتشار ليملاً الفراغ

المعرض له .

كثيرا عما يسود داخل الشمس ، وتجبذ أن تكون من نتاج انفجارات النجوم فوق (*) البراقة التي سبق ان ذكرناها . وقد يصل معدل استهلاك الأيدروجين الذي يبنى منه النجم العملاق فوق البراق إلى نحو ألف ضعف معدل استهلاكه في الشمس ويكون بذلك عمر النجم جزءا واحدا من مائة جزء من عمر الشمس على التقريب ، بمعنى أنه إذا قدر للشمس أن تعيش ٥٠ ألف مليون سنة فإن النجم العملاق فوق البراق لا يعيش إلا نحو ٥٠٠ مليون سنة فقط .

وعندما يستنفذ جميع الأيدروجين الذي في النجم تنقطع بذلك إمدادات الطاقات فيه ، إلا أنها تستمر بتبطلق من المركز إلى السطح حيث تفقد بالإشعاع المستمر ، فينداعى النجم من الداخل ، وينهار على نفسه ، وتتضاغط بذلك مكوناته ، وترتفع درجة حرارتها بالتضاغط فتصل حدا يفوق الوصف والخيال . ويعمل الضغط العالى والحرارات المرتفعة على تكوين العناصر الثقيلة داخل النجم .

(*) يطلق عليها أغلب الفلكيين اسم (سوبر نوفا) لاكتشافها حديثا ، أما التسمية المستعملة في هذا الكتاب فهي مشتقة من أهم صفات هذه النجوم وهي المعان والتوهج الشديدين .

وكلما تداعى النجم وانكش على نفسه ازدادت سرعة دورانه . ويتبع ذلك حتماً ازدياد القوة الطاردة المركزية التى تعمل على طرد أجزاء جسم النجم الساخن بعيداً عن المركز . وعندما لا تقوى قوى الجاذبية على العمل على تماسك أجزاء النجم يتم الانفجار ، فتتطلق مادة النجم فى الفضاء متناثرة على أبعاد كبيرة . وقد يباغ الانفجار من الشدة أن يتم كله خلال فترة لا تزيد على دقيقة واحدة .

وبدئى أن أصل ذلك النجم الجبار الذى انفجر وتكونت منه مجموعتنا الشمسية كان قرينا لشمسنا الحالية . وكثير من الشمس التى فى السماء اليوم لها توابعها من مثل هذه النجوم المتفجرة . ويفترض العلماء أن فرصة وجود أى شمس بمفردها فى الفضاء هى نفسها فرصة تواجدها مشتركة فى زوج مع نجم بحيث يدوران حول بعضهما . وتصل درجة الحرارة داخل النجم فوق البراق إلى نحو ٣٠٠ ضعف قدر درجة الحرارة فى مركز الشمس ، مما يساعد على تكوين شتى العناصر . وليس أسرار انفجار النجوم البراقة ضرباً من ضروب الخيال ، فهى تشاهد فى كثير من المراصد ، حيث تتناثر فى كل مرة فى أرجاء الفضاء الفسيح - الذى يسبح فيه النجم - مواد تقدر فى مجموعها

بما يربو على كتلة الشمس بكثير ، ويتبع ذلك انعقاد سحب من مواد الكون الملتببة التي تسبح بسرعة فائقة قد تبلغ عدة ملايين الأميال في الساعة الواحدة .

والحق أن لكل نظرية من النظريات التي لحصناها مكائتها ، كما ان فيها أيضا مواضع الضعف المختلفة . وسواء رجحت نظرية لا لاس أو جينس أو هويل أو غيرها من النظريات ، يلحس القارئ أنها بالرغم من اختلافها في تصوير وسائل التشكيل اللازمة للمجموعة الشمسية فإن مركبات وعناصر هذه المجموعة يمكن أن تتواجد في ملايين الأسدم المتعددة ، مما يزيد من احتمال وجود كواكب سيارة لا حصر لها تتبع ملايين الشمس المنتشرة في أعماق الفضاء .



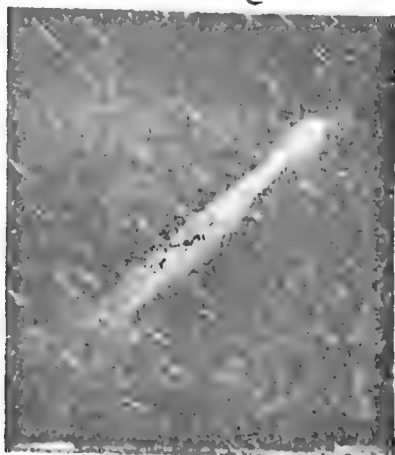
ما يكدر صفوا المجموعة

ما يكدر صفوا المجموعة الشمسية كلها اقتراب المذنبات من آن لآخر . والمذنبات أجرام سماوية تسبح حول الشمس وتسبب من الانزجاج والقلق لأهل الأرض أكثر مما تسببه غيرها من أجرام السماء وظواهر الفضاء مجتمعة ! ومسارات هذه المذنبات مستقيمة ، ولا تقترب من الشمس إلا خلال فترات صغيرة جدا من زمن سبجها حولها ، وهو يقدر بعشرات السنين . وعندما تقترب تضيء بشدة وتلعب بخلفة وراءها ذيو لا من الغازات المتوهجة . ولهذا السبب يسمى المذنب عادة باسم « النجمة أم ديل » ، ويعمد الناس إلى الدق له بالطبول لعله يبتعد بسلام (*) ولا يصيب الأرض بذيله فيحرق من عليها

(*) كان الناس في الماضي يرون في المذنبات نفيرا بالضرور وعظام الأمور ا ويروى أنه في عام ٢٢٣ هجرية (٨٣٧ م) هم المصمم بفتح عمورية ، إلا أن مذنباً ظهر في ذلك العام مما حمل الجند على التردد والتشاؤم . فلما هزم المصمم رغبته وتم له الفتح والنصر هناه أبو تمام بشر طيب جاء فيه ذكر بعض ما كان سائدا من العقائد والخرافات التي تتعلق بالتنجيم :

السيف أصدق أباء من الكتب في حده الحد بين الجبد والعب =

وترسل هذه الأجرام إلى الفضاء أكدا - مكدا من جسيمات
غازية وأخرى مشحونة بالكهرية وإشعاعات فلكية مختلفة
الصفات والطاقات - راجع شكل (٥) - .



شكل (٥) مذنب مور هاوس الذي ظهر عام ١٩٠٨

عن ابن الرواية ، أم أين النجوم وما
تخرسا وأحاديثا مائعة
وخوفوا الناس من دهباء مظلمة
وصبروا الأبرج العليا مرتبة
يقضون بالأمر عنها وهي عافلة

وتباين حجوم المذنبات تباينا عظيما ، فقد يصل حجم رأس أحدها بحجم الشمس بينما يمتد ذيله عبر ملايين الكيلو مترات ، كل ذلك بالرغم من أن مقدار المادة المتجمعة فيه قليلة ولا تناسب مع هذه الأبعاد الخيالية . وفي عام ١٧٧٠ اقترَب مذنب من الأرض حتى صار على بعد نحو مليونين من الكيلو مترات ، وقد الفلكيون أنه لو كانت كتلته تضاهي كتلة الأرض لعالت السنة عندنا ثلاث ساعات تحت تأثير قوة جذب المذنب ، ولاستمر مداها محتفظا بهذه الزيادة أبد الدهر . والذي حدث فعلا أن السنة عندنا لم تزد بفعل جذب هذا المذنب للأرض إلا بقدر لم يصل إلى الثانية الواحدة ، مما دلل على أن كتلته لم تكن أكثر من جزء واحد من عشرة آلاف جزء من كتلة الأرض ! ولقد أثبت التحليل الطيفي لأضواء المذنب وطاقتها الأثيرية المنبعثة منه على وجود الكربون والأزوت في الذيل وبعض المعادن في الرأس .

ومهما يكن من شيء فإن العلم لم يكشف سر المذنبات إلى اليوم كشفا يرقى إلى مرتبة اليقين ، إلا أنه قد تم ملاحظة أمرين هامين في هذا الصدد :

١ — رصد مذنب في عام ١٨٢٦ ، ولما عاد في عام ١٨٤٦

شوهذ وقد الشطر على نفسه شطرين . وفي الرجة الثالثة عام ١٨٥٢ رصد الفلكيون شطريه وقد تباعدا بعدا ملموساً، إلا أن المذنب لم يعد عام ١٨٧٢ ، ورصدت في مساره أسراب كثيفة من الشهب تجرى كالنهر .

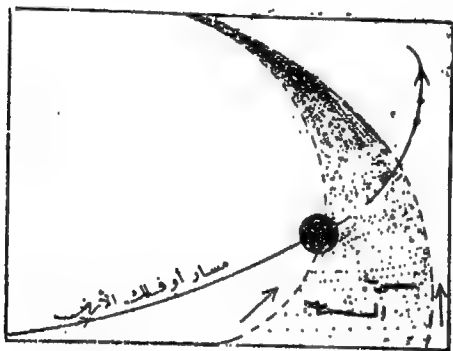
٢ — عندما تم رصد مسارات عدد من المذنبات وجد أنها تطابق مسارات مجموعات أو أسراب من الشهب التي لوحظت بعد ذلك .

وعلى هذا الأساس يرى بعض العلماء أن رأس المذنب ربما يتكون من أكدا س من الشهب ، تفصل رويداً رويداً منتشرة على طول الذيل لتكون أسراب الشهب التي تهيم في الفضاء، والتي هي من أهم مصادر الأخطار والأحوال للمسافر عبر الفضاء الكوني القريب .

وبعد أن صاغ نيوتن قوانين الحركة المعروفة استطاع هالي أن يتنبأ برجوع أحد المذنبات عام ١٧٥٩ . ولقد ظهر هذا المذنب في عهد وليم الفاتح عام ١٠٦٦ م وأوقع الاضطراب والفشل في صفوف جيشه . وظهر مذنب هالي هذا واضحاً جلياً عدة أيام عام ١٩١٠ . ومن أشهر مذنبات القرن العشرين مذنب يقال له (مور هاوس) — راجع شكل (ه) — الذي

ظهر عام ١٩٠٨ ، وكذلك مذب هالى سابق الذكر ، وقد
 اقترب عام ١٩٤٧ غير أنه للأسف لم يرصد إلا من نصف
 الكرة الجنوبي .
 وتمكر صفو المجموعة أيضاً أسراب الشهب والنيازك التى هى
 عبارة عن أجسام مادية صغيرة مختلفة الحجم والصفات . وكما
 ذكرنا تهيم الشهب فى أسراب تجرى كالأنهر فى الفضاء ، وأغلب
 هذه الأجسام من المعدن أو الصخر . وهى عادة تتطلق بسرعة
 فائقة قد تصل إلى حدود ٤٥ من الأميال فى الثانية الواحدة .
 والمعروف أن شهابا واحد وزنه جزء من ألف جزء من الجرام
 الواحد عندما يتحرك بهذه السرعة يكتسب طاقة تعادل طاقات
 رصاص البنادق رغم أن حجمه قد لا يتعدى حجم حبة الرمل .
 وتهوى آلاف الملايين من مثل هذه الشهب بلا هوادة إلى جو
 الأرض الخارجى ، ولكنها سرعان ما تبخر أو تحترق بسبب
 الحرارة العالية التى تتولد إثر احتكاكها بالهواء عندما
 تنساب مسرعة فيه ، وتختفى عادة على علو نحو ٨٠ أو ١٠٠
 كيلو متر من السطح . وهكذا يحميننا غلاف الأرض الهوائى
 من الشهب وأخطارها . ويبين شكل (٦) سربا من أسراب الشهب
 فى الفضاء القريب وقد بدأت الأرض تدخل فيه .

ولاحظ علماء الطبيعة الجوية أن لغيار السحب وأثرها تأثيرات عظيمة على إمارة السحب وعمليات الهطول بوجه عام في جو الأرض ، لأنها تكون أهم مصادر نوبات (*) التكاثف التي تتجمع عليها جزئيات بخار الماء العالق في الهواء لتكون فقعا .



(شكل ٦) دخول الأرض في سرب من السحب

(*) معنى التكاثف هو تجمع جزئيات بخار الماء العالق في الهواء مع بعضها البعض بحيث تكون قطعا من الماء (او بلورات من الثلج في درجات الحرارة المنخفضة) . ولا يتم هذا التجمع عادة إلا على نويات هي جسيمات دقيقة من مواد تلتصق الماء أو تذوب فيه ، مثل ملح الطعام وكثورور الكلسيوم وثاني أكسيد الكبريت ونحوها .

من الماء أو بلورات من الثلج داخل السحب . وتعتبر أتربة
الشهب وأكاسيدها من أهم ما يلحق به جو الأرض باستمرار من
الفضاء ليعطى عمليات متواصلة من التكاثف والمطر . ولقد زاد
الاعتقاد بأن دخول الأرض في أسراب سميك من الشهب الهائلة
في الفضاء القريب يعقبه غالباً حدوث الهطول المتواصل والفيضانات
العالية على الأرض بعد أن تترسب أتربة الشهب المحترقة في أعالي
(الأيونوسفير والستراتوسفير) وتصل إلى طبقات الهواء القريبة
من سطح الأرض (التروبوسفير) التي تثار فيها السحب وينزل
منها المطر . وسوف يعتمد رجال الرصد الجوي على هذه الظاهرة
كإحدى الدعائم التي يننون عليها تنبؤاتهم الجوية طويلة المدى
التي يمكن أن تمتد خلال شهور بأكملها .

أما النيازك فهي غالباً الأحجار السماوية ، وهي كثيراً ما تصل
إلى سطح الأرض بسبب حجومها الكبيرة . ومن أهم النيازك
التي وصلت سطح الأرض وأشهرها نيزك سييريا العظيم الذي
سقط عام ١٩٠٨ وهز سطح الأرض بعد أن عكس جوها .
ولقد سبب تلفاً عظيماً في دائرة زاد قطرها على ٤٠ كيلو متراً .
وهناك أيضاً نيزك الأريزونا بأمریکا ، وقد أحدث هوة عميقة
في سطح الأرض زاد قطرها على ميل كامل ، كما زاد عمقها على

٢٠٠ متر . وقد نجم عن تصادم ذلك النيزك بسطح الأرض أن انفجر النيزك من شدة الصدمة وتطايرت أجزاؤه في صورة شهب تناثرت حول الحافة بحيث غطت مساحة واسعة جدا .

ولعل أكبر حفر الأرض التي نجمت عن سقوط حجر من السماء تلك التي تمخضت عنها بحيرة بوسامتوى في ساحل الذهب غرب أفريقيا . ويبلغ قطرها نحو ثمانية كيلو مترات ، كما يبلغ عمقها نحو كيلو متر كامل .

ويمكن أن نضع تحت باب النيازك نوعين رئيسيين هما : —

١ — الأحجار السماوية .

٢ — الكرات النارية .

ولا تسقط الأحجار من السماء إلا نادراً لحسن الحظ .

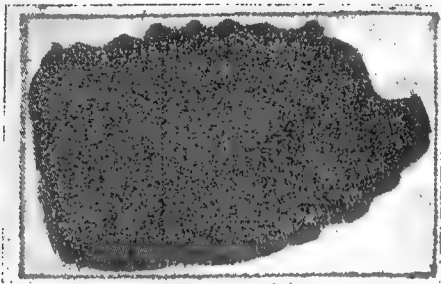
وإدرينا شكل (٧) أحد الأحجار السماوية ، وهو يزن نحو ٣٦ ١/٢ من الأطنان ، وقد عثر عليه في جرينلند .

ولا تصل الكرات النارية إلى سطح الأرض ، إلا أن ضوءها يخطف الأبصار . ومادة تتحرك هذه للكرات بسرعة فائقة ،

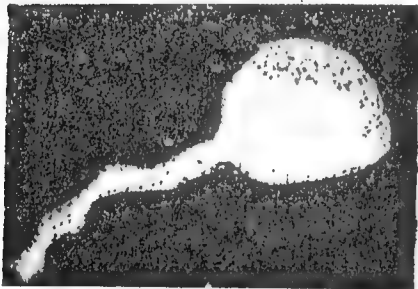
وقد تنفجر محدثة صخبا وأصداء قوية . ويبين شكل (٨) إحدى

الكرات النارية العظيمة التي رصدت في كبد السماء في ٢٤ مارس

عام ١٩٣٣ وبدت كأنها النحاس يتبعها ذيل يتلوى كالثعبان !



(شكل ٧) حجر جرينلند السماوى



(شكل ٨) الكرة النارية التى بدت كالنحاس يتبعها ذيل من شواظ من نار

وبطبيعة الحال لاحظ الإنسان أغلب هذه الظواهر منذ القدم ، ولفت نظره ، الفضاء الفسيح الممتد فوق رأسه وما يسبح فيه من اجرام مختلفة ، فلم يتردد في أن يتخذ من بعض هذه الأجرام آلهة يعبدها ، ومن بعض نجوم السماء وكواكبها علامات تعينه على التنبؤ بالمستقبل الذي غاب عنه . وما إن تقدم به ركب المعرفة حتى بدأ يفكر في ارتياد الفضاء ، وبدأت الأحلام العذبة تداعبه في هذا الشأن حتى مطلع فجر الفضاء حين بدأت الأحلام تتحقق وأخذت طلائع سفن البشر نجوب أركان الفضاء القريب .



ماذا رأى الإغريق

أغرى البشر منذ القدم هذا الفضاء الفسيح الذي **طالما** يملأ الآفاق ، وطالما اجتذب أبصارهم وسحر عقولهم ، فخلعوا بالسفر عبره . ولعل أقدم الأساطير التي نعرفها في هذا الصدد ما كتبه لوكيان ساموساتا الإغريقى . وتصف قصته الأولى التي يرجع تاريخها إلى أكثر من ١٨٠٠ سنة مضت ، سفينة من السفن رفعتها عاصفة شديدة إلى عنان السماء ، إلى حيث (*) القمر أو (الجزيرة المضيئة) . وتصف قصته الثانية مغامرات شاب علم نفسه الطيران باستخدام جناحين ، أحدهما جناح نسر والثانى جناح رخ ، طار بهما إلى القمر . إلا أن لوكيان أُنذِر قراءه بأن من واجهم عدم التسليم بصحة مثل هذه الأشياء التي لم يكن ولن يكون فى الإمكان تحقيقها . ومن أساطير الإغريق أيضا أسطورة إيكاروس الشاب الذى عمد إلى تثبيت ريش الطير على جسده وأطرافه بواسطة الشمع ،

(*) تمكس هذه الأسطورة وأمثالها صورة واضحة عن اعتقاد البشر آنئذ بامتداد الهواء إلى الآفاق البعيدة ، وهى صورة خاطئة بطبيعة الحال .

وبذلك بدا على هيئة الطير وصعد قدما إلى السماء ، حتى إذا ما اقترب من الشمس صهرت حرارتها الشمع ، فتساقط الريش وهوى إيكاروس إلى الأرض حيث لقي حتفه !

ومها يكن من شيء فإن فريقا من الناس كان في ذلك العهد البعيد يعتقد في وجود عوالم أخرى غير الأرض . وربما لم يسلم أفراد هذا الفريق بإمكان الوصول إلى القمر أو المريخ ، إلا أن أغلبهم كانوا على بينة من أمر بعض الكواكب ، واعتبروها أجراما سماوية كالأرض سواء بسواء ، ولم ينظروا إليها نظرة الفريق الآخر ، أى مجرد نقط مضيئة أو مصابيح معلقة في كبد السماء من أجل رفاهية أهل الأرض ومتعهم دون سواهم !

ومضت أكثر من ١٤٠٠ سنة بعد موت لوكيان لم يظهر خلالها أى مؤلف يتحدث فيه صاحبه عن إمكان السفر عبر الفضاء الكوني إلى عالم آخر قريب أو بعيد . ويرجع السبب الرئيسى في ذلك إلى رواج بعض العقائد الدينية التى كانت تنادى بأن الأرض هى العالم الوحيد فى الوجود بأسره ، فلم يجزؤ أحد أن يكتب ، ولا أن يفكر ، فى السفر إلى أى عالم آخر . وربما قاد الخيال بعض الأفراد إلى الاعتقاد بوجود عوالم أخرى ، إلا أنه لم يكن فى مقدورهم التعبير من تلك الآراء أو الجهر بها

أو كتابتها ، وإلا اتهموا بالزندقة وحق عليهم العقاب بالسجن
أو الإعدام !

ورغم هذا نجد عباس بن فرناس في القرن التاسع الميلادي
يحاول بالفعل تقليد الطير ، فيعمد إلى تثبيت جناحين طويلين
بهما ريش على طول ذراعيه ، ويعتمد عليهما في القفز من ارتفاع
شاهق لكي يصل إلى الأرض طائرا ، إلا أنه يشغل في محاولته
هذه ويصاب بكسور في هيكله العظمى تقضى عليه وتضع حدا
لمحاولاته !

والكتاب الوحيد الذي تعرض لحقائق الكون خلال هذه
الفترة الطويلة برمتها هو القرآن الكريم . وقد نبه هذا الكتاب
المقدس إلى أمر اتساع الآفاق خارج نطاق الأرض كما أشار
إلى وجود عوالم أخرى غير عالمنا . والقرآن إذ يسبق ركب العلم
في هذا الميدان بثمرات القرون نجده يذكر إمكان وجود الحياة
وقيامها خارج الأرض — وهو أمر لم يصل فيه العلم إلى جواب
حاسم بعد — كشيء طبيعي إذ يقول على سبيل المثال لا على
سبيل الحصر :

في سورة الأنبياء: « قال ربني يعلم القول في السماء والأرض »

في سورة النحل : « قل لا يعلم من في السموات والأرض
الغيب إلا الله » .

في سورة الروم : « وله من في السموات والأرض كل له
قانون » .

في سورة الشورى : « ومن آياته خلق السموات والأرض
وما بث فيهما من دابة وهو على جمهم إذا يشاء قدير » .

وفي سورة النحل أيضا : « ولله يسجد ما في السموات
وما في الأرض من دابة والملائكة وهم لا يستكبرون » .

ولعل هذه الآية الأخيرة من أوضح الآيات التي تفرق بين
الملائكة وما في السموات من كائنات تدب . وقد نعتبر القول

الذي ورد في الآية الأولى مجرد رمز لموسائل التفاهم المختلفة بين
سائر المخلوقات ، ما يعقل منها وما لا يعقل كالخشرات ومنها

جماعات النمل والنحل . أو نعتبر القول على غرار كلام البشر
ونجعله الحد الفاصل بين الكائنات العاقلة والكائنات غير العاقلة .

وعلى أية حال فلا بد أن في أرجاء السماء مخلوقات شتى كما هو
الحال على الأرض تتواجد حيثما تلائم الظروف الطبيعية والأجواء

نشوء الحياة وتطورها . وهذا الأفق الواسع فتحه القرآن
الكريم دون سواء من الكتب .

ونحن عندما نتعرض للكلام عن الحياة على الكواكب نجد أن فريقاً من العلماء يحتمون ضرورة اعتقاد الحياة على ذرة الكربون ومركباتها ، وعلى كيات وفيرة من المياه يمكن أن تذوب فيها هذه المركبات . وهم يرون أن الكربون هو العنصر الوحيد الذي يمكن أن تبنى منه الأجسام . ، وذلك لئله من مركبات لا حصر لها تتيحها تلك الحلقات والسلاسل الطويلة الملمدة التي يمكن أن تبنى من ذراته ؛ إلا أن مركبات الكربون هذه تحتاج إلى قدر معين من درجات الحرارة لاحتفاظها بكيانها وبقيائها على حالها ، كما أنه عند درجة غليان الماء (درجة ١٠٠ سنبتزاد عادة) يتحلل أغلبها ، مما يحملنا على الاعتقاد إذا صح هذا الرأي بأن الجو المناسب من حيث درجة الحرارة هو من أزم أسس قيام الحياة في أى مكان وزمان .

ومن المعروف أن مركبات الكربون يمكن أن تذوب في سوائل أخرى غير الماء ، رغم اختلاف الطرق وقلة درجات البسر . ورغم أن كيمياء الكربون قد درست دراسة وافية إلا أنه لم يصل أحد بعد إلى حدود إمكانيات هذا العنصر . ولقد ذهب بعض العلماء إلى أنه يمكن أن تنشأ أنواع أخرى من الحياة من الحياة تحت ظروف تختلف عن الظروف التي نحن وجوها .

فن المشاهد مثلا أن مركبات الكربون والسليكا التي تعرف
عليها باسم « السليكونات » ، لا حصر لها واحتمالاتها عظيمة
كذلك ، كما أنها تتحمل درجات عالية من الحرارة وقد تزداد
فرصة تكوين مركبات السليكونات على بعض الكواكب ،
ومن ثم قد تظهر عليها كائنات حية تبني اجسامها من هذا
المركب .

أما الصورة التي قد نعطيها لأشكال الأجناس الراقية في أى
مكان فهي غالبا ما تشترك معنا فيما يلى :

١ - إعتقاد الجسم على هيكل داخلى من مادة صلبة (الهيكل
العظمى) .

٢ - وجود مركز رئيسى للأعصاب (هو المخ) ، ثم
شبكة مواصلات تثقل ما يصدره المخ من تعليمات إلى سائر أجزاء
الجسم (هذه الشبكة هى الأعصاب) .

٣ - خير مكان للمخ هو داخل عضو متحرك عظيم الحماية
في مقدمة الجسم أو أعلاه ، ويحتوى كذلك على أعضاء الحس
الرئيسية ، مثل الأعين حيثما توفر الضوء والأذان حيثما توفر
الهواء أو الوسط الناقل لموجات الصوت ، ومثل الأنف
ونحوها . . .

٤ — إعتاد الكائن على أرجل يدب بها .

٥ — وجود فم للأكل والكلام أيضا . وقد يكتفى الكائن بمجرد الإشارة ، أو هو قد يعمد إلى استخدام الإيماء بطريقة ما ، أو قد يستعمل الرسم . . . :

ومنذ ثلاثة قرون فقط جاهر علماء الفلك أمثال كبرنيق وكبلر وغاليليو بأرائهم العلمية ، وجازفوا بحجياتهم في سبيل تعليم الناس أن الأرض ليست في مركز الوجود ، وانها ليست هي العالم الوحيد كذلك . وأعقب ذلك أن ظهرت من جديد الأحلام العذبة بزيارة تلك العوالم الجميلة التي وصفها غاليليو ورصدها بمنظاره المكبر .

وألّف كبلر أول كتاب عن السفر عبر الفضاء الكوني ظهر في أعقاب تلك الثورة العلمية المباركة . ويعتبر ما أسماه (جزيرة لا فينيا) أعجوبة الأطحيب . ولم يكن يقصد بتلك الجزيرة سوى القمر الذي تصور سكانه من الجن . ووصل بطل كبلر إلى القمر بمساعدة قمر من أولئك الجن ، الذين عبروا به على جسر الظل الذي يسقط من الأرض على القمر في أثناء الخسوف ! وهكذا بحث كتاب كبلر هذا فكرة السفر عبر الفضاء الكوني من

جديد ، إلا أن الرجل ولا شك لم يكن جادا فيما ذهب إليه من خيال خصب .

وبعد مضي نحو ربع قرن تقريبا ناقش أحد الكهنة الإنجليز المدعو (جون ولكنز) موضوع إمكان السفر إلى القمر . وتوفرت لولكنز هذا عقلية علمية ، إذ كان أحد المؤسسين الأساسيين لمجمع العلوم الملكي البريطاني . ونشر كتابه المعروف باسم « الكشف عن عالم القمر » ، الذي حاول فيه إثبات وجود سكان على القمر . وكان الرجل جادا فيما ذهب إليه . وحملت حماسة ولكنز وإيمانه الراسخ بإمكان الوصول إلى القمر في المستقبل القريب بطريقة الطيران عبر الغلاف الهوائي مجمع العلوم الملكي البريطاني ودفعته على الاهتمام بآلات الطيران منذ أيامه الأولى .

والحق يقال : لم تظهر باكورة آثار العلم التجريبي وآثار النهضة العلمية على روايات السفر عبر الفضاء الكوني إلا في القرن السابع عشر ، ضمن مجموعة القصص التي نسبت إلى الكاتب الفرنسي سيرانو دي بيرجيراك (*) ففي إحدى تلك القصص نجد

(*) قد يكون شخصية حقيقية أو حتى خيالية كما قول البعض .

البطل يزود نفسه بزجاجات مليئة بقطر الندى ، وذلك لكي
 يصعد إلى السماء عندما تشرق الشمس وتسحب أشعتها معها الندى
 المترسب على الأجسام ١ وفي قصة أخرى يسافر البطل وينساب
 في أعماق الفضاء داخل صندوق شدت إليه عدة صواريخ. وأعجب
 العجب أن أكثر كتاب الفضاء اجترادا في هذا الصدد ممن جاءوا
 بعد بيرجيراك لم يفتنوا إلى أن ذلك الكاتب (الحقيقي أو الخيالي)
 قد أصاب المرعى وذكر الوسيلة الوحيدة التي يمكن أن تتم بها
 أسفار الفضاء . وفي ذلك العصر بدا صندوق بيرجيراك النفث
 للناس كإحدى الأعاجيب ، فلم يكونوا قد فهموا بعد مبدأ عمل
 الصاروخ من الوجهة العلمية .

وبعد أن صاغ لنا نيوتن قانون الجاذبية (١) ، وفسر تلك

(١) لكل جسم مقدرة خاصة (أو قوة) يجذب بها الأجسام الأخرى
 أو يقبضها إليه . وترداد هذه القوة كلما ازدادت كمية المادة للتجمعة في الجسم ،
 وكذلك كلما قلت المسافة التي تفصله عن غيره من الأجسام والعكس بالعكس .
 ولما كانت الأرض هي أكبر الأجسام القريبة منا فإنها تتميز بأن لها أكبر قوة
 جذب بالنسبة لأي جسم آخر عليها . وتقع الأرض تحت طائل قوة جذب
 الشمس لها ، إلا أنها لا تهوى متساقطة إليها لأنها إنما تدور في الفراغ بانتظام ،
 وتتبادل قوى الجاذبية بين الشمس والأرض مع القوة الطاردة المركزية الناشئة
 من حركة الدوران .

القوة التي يجب على سفن الفضاء التغلب عليها قبل أن تترك الأرض ، وهي قوة قبضة الأرض أو جذبها ، وبعد أن أمدنا كذلك بقانون الفعل ورد الفعل ^(١) ، كان ركب العلم قد سار حثيثا ، وكان العلماء قد جمعوا الشيء الكثير عن حقائق الغلاف الجوي ، كما عالجوا الشيء الكثير مما يتعلق بالتحليق في جو الأرض وخارجها . وجاءت فترة ارتفع الإنسان خلالها في جو الأرض بواسطة البالونات ^(٢) ، إلا أنه ثبت أن تلك البالونات ،

(١) هو قانون الحركة الثالث الذي يقول بأن لكل فعل رد فعل يساويه في المقدار وبضاده في الاتجاه . فإذا ما وقف مثلا سباح كتنته ك على حافة عوامة حرة الحركة كتبتها ه تنطلق في حالة من السكون على سطح ماء هادي تماما ، وانفخ السباح للى الأمام بالسرعة ع ، فإن العوامة تزحف إلى الخلف بالسرعة س حيث :
$$ك \times ع = ه \times س$$

(٢) أهم المحاولات الأولى للصعود بالمناطيد هي :

- ١ — جاي لوساك الفرنسي — عام ١٨٠٤ — وقد بلغ علوا قدره ٥٤٠٠ أميال .
- ٢ — جليسر . وكوكسويل الإنجليزيان — عام ١٨٦٢ — وقد بلغا علوا قدره ٧ أميال .
- ٣ — شورنج الألماني — عام ١٩٠١ — وقد بلغ علوا قدره ٨٠٥٠ ميلا .
- ٤ — هوتورن جراي الأمريكي — عام ١٩٢٧ — وقد بلغ علوا قدره ٨ أميال .
- ٥ — بيكورد البلجيقي — عام ١٩٣١ — وقد بلغ علوا قدره ٩٠٩٠ أميال .

ثم الآلات التي استخدمت في الطيران بعد ذلك كلها لا قيمة لها
في أسفار الفضاء .

وفي النهاية حل الوقت الذي غير فيه الكتاب طريقتهم
وأسلوبهم ، وبدءوا يؤلفون قصصهم على مبادئ أكثر تعقلا ،
وكان جول فيرن الفرنسي أول المخاضين في هذا الباب . ويعتبر
هذا الكاتب أول من نادى ببناء سفن الفضاء صوما ، كما تعتبر
قصته « من الأرض إلى القمر » الوحي الصحيح الذي أطلق
الفكر البشري من عقالة ونادى بالاهتمام بسفن الفضاء ودراستها
وقد نشرها عام ١٨٦٥ .

ولقد خالف جول فيرن من سبقه من الكتاب والروائيين
في أن ما ذهب إليه لم يكن وهما ولا خيالا خصباً لا يمت للحقيقة
بصلة ، بل يعتمد بعض الشيء على أساس علمي سليم ، مما دفع
الناس بعد ذلك إلى التفكير في بناء سفن الفضاء التي تمكنهم من
الوصول إلى القمر والمريخ وغيره من الكواكب . وكانت سفن
الفضاء التي تدفعها الصواريخ تعتبر في تلك الآونة ضرباً من ضروب
الوهم والخيال ؛ لأن أحداً لم يتوقع أن توفر الصواريخ القوة
الكافية لدفع السفن .

وفي غضون عام ١٨٧٠ نشر جول فيرن قصة أسماها « رحلة

حول القمر » ، بدأت بوصف مركبة في صورة قنبلة ركب داخلها الأبطال وأطلقت من مدفع ضخمة جداً موجهة نحو القمر . وقد تتبع الفلكيون هذه القنبلة بمناظيرهم حتى استقرت على سطح القمر ، إلا أن تطورات القصة قبل ذلك استدعت أن يستخدم فيرن الصواريخ من أجل تقليل سرعة السفينة إثر اقترابها من القمر ، مما جعل هذه القصة أقدم ما كُتب عن السفر عبر الفضاء .

وأطلق فيرن قذيفته من المدفع بسرعة ابتدائية بلغت ٥٤ ألفاً من الأقدام في الثانية . وقد كان من الممكن أن تتبخر سفينه (كلها أو بعضها) أو تتحول إلى سحابة من الجسيمات الدقيقة جداً قبل أن تغادر فوهة ذلك المدفع الجبار ، وهي على أية حال لا مفر لها من الهلاك بين معولين من معاول الفناء والدمار : قوى الدفع التي تتولد بانفجار أطنان الديناميت من خلفها ، ثم قوى التضغوط الشديدة في عمود الهواء عندما ينكسر سريعاً داخل ما سورة المدفع في أثناء اندفاع السفينة إلى أعلى . وحتى إذا نجحت القذيفة في الخروج من فوهة المدفع بسلام فإنها تكون قد قطعت نحو ١٠٠ قدم فقط من طول مسارها العظيم بسبب استنفاد أغلب الطاقة في مقاومة التضغوط .


ويرجع سبب استخدام تلك السرعة الفائقة في أول الرحلة إلى لزوم التغلب على قبضة الأرض أو جاذبيتها . فالمر عندما يدنو من الأرض يكون على مسافة نحو ٢٣٩ ألف ميل منها ، وتطلب مسألة عبور هذه المسافة بسرعة ابتدائية قدرها نحو ٣٩ ألفاً من الأقدام في الثانية ، إلا أن فيرن اختار سرعة أكبر قدرها نحو ٤٤ ألفاً من الأقدام في الثانية ليهيئ لسفينته فرصة التغلب على مقاومة غلاف الأرض الجوى وما يسبب من معوقات للحركة .

وبطبيعة الحال لم يؤمن فريق من الناس بمدفع فيرن . وقدر بعضهم تكاليفه بما زاد على تكاليف إحدى الحروب العالمية التي قامت في القرن العشرين ! وشرع البعض الآخر يشكر في استخدام طريقة أخرى أسلم وأكثر نجاحاً للحصول على مثل تلك السرعة ، أو على الأقل إكساب السفينة عجالات تزايدية بحيث تصل سرعتها بعد مدة إلى حدود تلك السرعة أو أكثر بدلاً من الوصول إليها دفعة واحدة كما يحدث في القذائف . وقاد البحث والتنقيب هذا الفريق إلى التفكير في الصواريخ وإعادة النظر في أمرها ، وشجعهم على ذلك ما سبق أن لمح به فيرن من استخدام الصواريخ في تقليل سرعة سفينته ،

وهكذا ظهر فريق من أبطال الصواريخ وروادها في القرن التاسع عشر .

وقام بعض كتاب قصص الفضاء من طاصروا فيرن أوجاءوا بعده ، مثل ه . ج . ولز وكذلك أستاذ الرياضيات الألماني كورد لا سقتز وغيرها ، بمحاولات في هذا الموضوع بنية لفت الأنظار واجتذابها إليهم . وفي كتاب ولز الذي أسماه « أول الرجال على القمر » نجد أن الركاب يحملون من سطح الأرض ضد جاذبيتها الكاملة باستخدام مادة أطلق عليها اسم « كافوريت » تخليدا لذكرى مخترعها بطل الرواية المهندس « كافور » . ويقول ولز أن من خصائص هذه المادة الفريدة مقدرتها العجيبة على تحطيم قوى الجاذبية !! ومثل هذا الافتراض ولا شك خيال لا مبرر له من الوجهة العلمية . أما لاسقتز ، وقد افترض أن أهل المريخ أعرق حضارة من أهل الأرض ، فقد حمى إلى تصور سكان المريخ وهم يعبرون الفضاء الكونى متحررين من الجاذبية لانعدام أوزان أجسامهم بعد أن غلفوها بكرات من مادة عجيبة تشبه مادة الكافوريت التى ابتدعها ولز وتعطى نفس النتائج !

خطوات صاعدة

 اتخذ جول فيرن من العلم موضوعاً لقصصه وأسفاره
تخطى ما كان معروفاً أو مألوفاً في عصره ، وساعده
الخيال على التنبؤ بكثير من الكشوف التي ظهرت بعد ذلك ،
إلا أن علماء الطبيعة الجوية والرياضة الذين ناقشوا أمر مدفعه
الضخم كوسيلة لإرسال القذائف من الأرض إلى القمر أثبتوا
بالأرقام أن المدفع لا يصلح لأداء هذه المهمة بحال من الأحوال
وحلّتهم هذه النتيجة على البحث والتتقيب عن وسيلة لا ثقة يمكن
أن تستخدم لإتمام السفر عبر الفضاء الكوني . وبمضي الوقت
لجأ بعضهم في ضوء هذه الاعتبارات إلى إعادة النظر في الصواريخ
وإمكان استخدامها .

وسريماً ما تبين أن الصاروخ هو دون سواء العدة التي
يمكن بواسطتها توفير القوى اللازمة للسفر عبر الفضاء : فهو
لا يحتاج إلى وسط مادي ينساب فيه ، ويعمل بمبدأ رد الفعل
حامل طاقته (*) معه . وظهرت أولى الدراسات النظرية السليمة

(*) مبدأ عمل المحركات العادية هو تحويل الحرارة (من الوقود) إلى

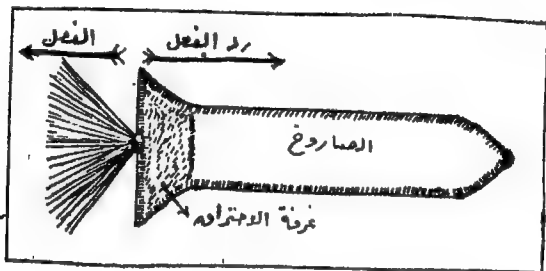
من الوجهة العلمية عن الصواريخ والسفر عبر الفضاء على يد معلم روسى يدعى قسطنطين إدوار دوقتش زبولكوفسكى الذى استخدم فى دراساته علوم الرياضة والطبيعة والكيمياء ، إذ كان يوقن بأن محركات رد الفعل لا يدفعها ضغط الغاز المنبثق منها

==طاقة حركة . وعادة يستغل الأوكسجين الذى فى الهواء لإتمام عمليات احتراق الوقود اللازم لتوليد الحرارة ، كما هو الحال فى الآلات البخارية والآلات ذات الاحتراق الداخلى . أما إذا كان على المحرك أن يولد طاقة الحركة فى الفضاء حيث يتعدم الهواء فلا مناس من أن يعمل المحرك معه الغاز اللازم لإتمام عمليات الاحتراق ، ومحرك الصاروخ يفتى بهذا المبدأ دون سواء .

ومن ناحية أخرى نعهد أن المركبات الأرضية مثلا تتحرك لأن طاقات حركاتها تدير العجلات ، وهذه تلف تحت الأرض أو ما عليها فتدفع بالمركبات إلى الأمام . أما فى الفضاء فلا يوجد ما تحتك به العجلات إذا أديرت ! ولا مناس من استخدام مبدأ رد الفعل الذى يتوفر بإنبثاق الغاز من محرك الصاروخ دون حاجة ماسة إلى مبدأ الاحتكاك أو الضغط ضد الوسط الذى تسبح فيه السفينة كما يظن البعض .

ولعل أول من استخدم مبدأ رد الفعل فى عمل المحركات هو هيرون الإغريقى الذى عاش فى الاسكندرية حوالى عام ٣٠٠ قبل الميلاد ، وذلك بأن صنع جهازا بخاريا يحكى إلى حد ما جهاز رش الماء القاف الذى يستخدم فى رى الصمارى ، حيث تنبثق المياه من فتحات رأس الجهاز مولدة رد الفعل اللازم لإدارة هذه الرأس .

على الوسط ، وإنما الذي يحركها هو مجرد رد فعل الغاز المنبثق
كما في شكل (٩) .



شكل (٩) مبدأ رد فعل

ومهما يكن من شيء فإنه عندما بدأ زيولكوفسكي يتجه
بأنظاره وأحلامه إلى الفضاء وأسفاره في أواخر القرن التاسع
عشر كانت تتوفر لديه عدة مزايا ربما لم تتوفر لأحد من قبله :
فقوى رد الفعل صارت مفهومة على أساس علمي قويم ، وعلوم
الطبيعة والرياضة كانت قد تقدمت حينئذ . ولم يفكر الرجل في
سفن الفضاء دفعة واحدة ، وإنما جاء تفكيره فيها بعد دراسة
دقيقة وعميقة ، وحسابات مضنية خلال العديد من السنين التي
استخدم فيها كل ما كان يعرف أو يشاهد .

وتوصل زيولكوفسكى بالحساب إلى الجزم بأن
 الأوكسيجين ليس هو وحده المطلوب لسفن الفضاء ، بل إنها
 تحتاج كذلك إلى وسيلة لتنقية الهواء الذى يبقى داخلها بعد أن
 تغادر الأرض . ولما درس هذه المسألة أدخل فكرة استعمال
 النباتات الخضراء لتمتص ثانى أوكسيد الكربون وتطلق
 الأوكسيجين أولاً فأولاً . هذا كما اقترح توليد مجالات صناعية
 من القوى الطاردة المركزية داخل سفن الفضاء لتعوض اختفاء
 مجال جنب الأرض عندما تصبح السفينة فى أعماق الفضاء وتفقد
 الأجسام معالم أوزانها . وسريماً ما قرر الرجل أن وقود
 الصواريخ المألوف (الوقود) (*) الجاف لا تصل سرعة انبثاق

(*) كساحيق البازود المختلفة التى تضغط على هيئة مخاريط مغرطة من
 الوسط ، أو تمباً فى غرف الاحتراق المفتوحة من الخلف ، لتتحول تدريجياً
 بالاحتراق إلى بلايين البلايين من جزئيات الناز التى تنبثق بشدة من الخلف
 دافعة الصاروخ إلى الأمام — راجع (شكل ٩) — . ورغم أن وزن
 الجزئ الواحد من الناز المنبثق لا يبدو كسراً يكاد لا يذكر من العزم إلا أن
 عدد هذه الجزئيات للتوفلة بالاحتراق الوقود تدريجياً يفوق حدود الوصف
 والخيال ، بحيث إذا ما جمنا كتل الجزئيات المنبثقة ثم أدخلنا فى حسابنا سرعتها
 الحارقة حصلنا على قوى ذات دفع هائل . والنسبة تلاحظه أن جزئيات الناز
 المنبثقة لا تتولد كلها هكذا دفعة واحدة ، وإنما هى تتولد شيئاً فشيئاً باستمرار
 احتراق الوقود حتى ينقذ .

غازاته إلى المدى المطلوب لحمل السفن إلى القضاء مهما بلغ من الجودة ، وكان يجري اخباراته للوقود بطرق رياضية وحسابات مبنية على خواص مركباته الكيميائية . وقد استطاع أن يحسب نظريا طاقة اى وقود ، ومن ثم أمكنه تقدير سرعة انبثاق الغازات التى تتولد بالاحتراق .

ولعل أهم ما توصل إليه الرجل من دراساته النظرية الهامة هذه هو إدراك أنه لا سبيل إلى جعل محرك الباريوخ ناجحا فى إنتاج الحركة المطلوبة إلا إذا كان وقوده سائلا . واقترح بالفعل وقودا سائلا من مشتقات زيت البترول الخفيفة (ربما هو الكيروسين) . والذى يهمننا استخلاصه من كل هذا على اية حال هو أن زيولكوفسكى نادى فى تاريخ بكر حوالى عام ١٨٩٨ بلزوم استخدام الوقود السائل فى محركات صواريخ الفضاء وسفنه . وربما كان هو أول من وصل إلى هذه النتيجة الهامة .

وعندما بدأت الثورة الروسية أعمال تخطيطها فى أعقاب الحرب العالمية الأولى شجعت زيولكوفسكى على المضي قدما فى أبحاثه ودراساته ، فنشر كتابا أسماه « بعيدا عن الأرض » ضمنه كثيرا من أحاجى أسفار الفضاء وقصصه الخيالية الجذابة .

وترجم الكتاب إلى لغات أخرى خارج روسيا ، حيث كانت هنالك فئات قليلة تهتم بهذا الموضوع : ففي ألمانيا ظهر هرمان أوبرت ، وفي أمريكا كان الدكتور روبرت هـ . جودارد قد اكمل دراساته الأولى في هذا الموضوع .

ومات زيولكوفسكى عام ١٩٣٥ ، ولو أنه قدر له أن يعيش عشرة أعوام أخرى لاستطاع أن يرى ذلك الصاروخ الضخم الذى بلغ طوله ٥٠ قدما ووزنه ١٤ طنا ، والذى أنزل الدمار بجنوب بريطانيا ولندن ، رغم أن ذلك لم يكن هدفه ولا غرضه . وليس من شك أن نجاح الروس فى إطلاق (سبتك) فى اليوم الرابع من أكتوبر عام ١٩٥٧ وسبقهم فى هذا المضمار يرجع أساسه إلى بعض المبادئ العلمية التى وضعها زيولكوفسكى ليقوم عليها صرح علم الصواريخ .

وفى عام ١٩١٩ ظهرت فى أمريكا رسالة علمية باسم الدكتور روبرت هتشنجز جودارد بعنوان « وسيلة للوصول إلى أقصى الارتفاعات » . ولم يكن هذا العنوان الصريح مجرد تسمية للدعاية ، فقد عالج صاحبه مسألة استخدام الصواريخ كمركبات لجمع الأرصاد من طبقات الجو العلوى التى لا تصلها عادة بالونات الرصد الجوى ، كما ذكر فى رسالته هذه أنه يمكن من الوجهة

النظرية على الأقل صناعة صاروخ له من القوة ما يكفي لإخراجه من مجال جذب الأرض والتناقل إلى القمر . وعندما شاع الخبر هلت له الجرائد في شتى أنحاء الولايات الأمريكية ، وكتبت بالخط العربي تعلن عن صاروخ القمر هذا وعن الشاب الذي يتحدث عنه في جامعة كلارك .

وعكف جودارد على دراسة الصواريخ من الوجهة العملية . وبدأ تجاربه باستخدام صواريخ الإشارة التي كانت تستعملها السفن وتطلقها باستخدام وقود من البارود الأسود . وقد وجد أن هذا الوقود يحترق / بنجاح لا تزيد درجته على ٢ في المائة ، كما أثبت أن سرعة انبثاق غازاته تبلغ نحو ألف قدم في الثانية فقط ، فكان عليه أن يعمل على تحسين الصفتين ليحقق غرضه المنشود .

وصواريخ إشارات السفن هي أشبه شيء بصواريخ الأعياد والأفراح التي يضغط وقودها على هيئة قرص حول فجوة مخروطية الشكل . وعندما يحترق المسحوق تتسع الفجوة التي تمثل غرفة الاحتراق في هذه الحالة . ومعنى ذلك أن غرفة احتراق الصاروخ يزداد حجمها كلما استنفذ الصاروخ وقوده . ولهذا كان من المستحيل أن يستخدم جودارد هذه الصواريخ في تجارب يمكن

التحكم فيها نظرا للتغير المستمر في حجم غرفة الاحتراق .
وهكذا عمد إلى بناء غرفة احتراق بنفسه من الحديد الصلب ،
وشدها إلى جهاز اختبار يقيس به القوة المتولدة عن انبثاق
الغازات . كما جعل فيها عدة فتحات مختلفة الحجم والصفات
ليدرس تأثير كل مخرج منها على حدة ويحدد درجة النجاح في
كل حالة . وبعد إجراء تجارب عديدة أبطل استعمال المسحوق
الأسود مستعملا بعض المساحيق القوية التي ليس لها دخان ، كما
توصل إلى تصميم غرفة تشتعل فيها هذه المساحيق وتنبثق
غازاتها بدرجة من النجاح تصل إلى ٦٠ في المائة ، كما تربو
سرعة انطلاقها على ٦٠٠٠ قدم في الثانية .

ودرس جودارد كذلك تحقيق النظرية القائلة بأن المحرك
الذي يعمل على حساب رد الفعل لا يلزمه وسط مادي لأداء
عمله ، بأن أدخل غرفة الاحتراق في أنبوبة فرغها من الهواء
تماما ، ثم أشعل فيها مقداراً من الوقود كان قد أعده بكل دقة
ليساوى تماماً كمية أخرى سبق أن أشعلها في غرفة الاحتراق
داخل الأنبوبة مع وجود الهواء . وتمحضت التجارب عن نتيجة
هامة فخواها : أن قوة الدفع أكبر في حالة الفراغ منها تحت
الضغط الجوي العادي . وهكذا أثبت جودارد عملياً أن الصاروخ

لا يلزمه وسط مادي ليسبح فيه ، وأنه كذلك يعمل بدرجة نجاح أكبر عندما يخرج إلى الفضاء الكوني .

وقد يتصور غير المشتغلين بالعلم أنه من الحماقة وإضاعة الوقت أن يبذل المرء الجهد والمال في سبيل الإثبات للعملى لما هو معروف نظريا ! إلا أن أهل العلم يرون أن النظريات العلمية إنما تسبق عادة التطبيق العملى ولكنها لا تغنى عنه على أية حال .

وليس من الصعب أن يحسب المرء نظريا مدى الارتفاع الذى يمكن أن يصله الصاروخ ، إلا أن القائم بمثل هذا الحساب يلزم أن يأخذ فى الاعتبار بعض الحالات المتغيرة مثل : (١) تغير وزن الصاروخ ، ومن ثم تغير عجلة الحركة كلما استنفذ الصاروخ وقوده . (٢) التعرض أتماء الصعود لأجواء تختلف مقاومتها للحركة باختلاف الضغط الجوى الواقع عليها . وقد توصل العلماء إلى بعض المعادلات القيمة التى تعالج مثل هذه المسائل ذات الحالات المتغيرة . وتفيد إحدى هذه المعادلات التى تهتمنا فى موضوع أسفار الفضاء (أو موضوع الحركات الصاروخية بالذات) أن سرعة الصاروخ تصل إلى سرعة انبثاق الغاز تماما إذا استمر المحرك يعمل مدة كافية ، أى بمعنى آخر إذا حل صاروخ معه الوقود الكافى .

ولكن ما هي كمية الوقود اللازمة لتحقيق هذا الغرض ؟
لعلنا نلحس الآن أن هذه مسألة المطلوب فيها هو أن تصل سرعة
الصاروخ إلى حدود سرعة انبثاق الغاز ، تلك السرعة التي تتغير
بتغير نوع الوقود كما رأينا . وقد وجد أنه يجب أن يحمل
الصاروخ معه كمية من الوقود تزن ضعف وزنه مرتين وهو
فارغ . وتسمى النسبة بين كتلة الصاروخ المشحون تماما بالوقود
— أو الكتلة الأصلية — والصاروخ بعد أن يشتعل الوقود
— أو الكتلة النهائية — باسم « النسبة الكتلية للصاروخ » ،
وهي تعطى دالة أقصى سرعة يمكن أن يصل إليها الصاروخ
بصرف النظر عن الوقود المستخدم . فمثلا إذا كان الصاروخ
الكامل الذي يدفع بالبارود الأسود يزن ثلاثة أرباع ، اثنان
منها يخصان الوقود وحده ، يكون من الممكن نظريا أن تصل
سرعة هذا الصاروخ عندما يستنفذ وقوده إلى حدود ١٠٠٠ قدم
في الثانية الواحدة وهي سرعة انبثاق غازات المسحوق الأسود .
وهكذا يتضح أنه إذا عرفت (النسبة الكتلية) لأي صاروخ
وكذلك سرعة انبثاق الغازات من مؤخرته ، يمكن أن نحسب
سرعة تحريك الصاروخ ، ومن ثم مدى الارتفاع الذي يمكن
الوصول إليه لحظة استنفاده وقوده . وبعد تلك اللحظة تكون

درجة نجاح الصاروخ في تحويل الوقود (إذا وجد) إلى طاقة حركة هي ١٠٠ في المائة . ومن هنا نبنت فكرة الاستفادة من الصواريخ متعددة المراحل ، أو التي لا تقتصر على مرحلة واحدة . إذ تثبت الصواريخ فوق بعضها البعض ، ثم يطلق الأول منها ليرفع حاملاً معه باقي الصواريخ التي تصغره نسبياً . وعندما تصل سرعة تحرك هذا الصاروخ نهايتها العظمى يكون قد استنفذ وقوده ، فينفصل من تلقاء نفسه متساقطاً إلى الأرض ، إلا أنه في نفس تلك اللحظة يشعل محرك الصاروخ الثاني لبدأ العمل بمحلة تصاعدية جديدة وهكذا . ووظيفة الصاروخ الأول هي أن يكسب سرعته النهائية كلها للصاروخ الثاني ، وبذلك يزيد كثيراً من درجة نجاحه في تحويل الطاقة المدخلة في وقوده إلى طاقة حركة . وثمة فائدة أخرى لحواها أن الصاروخ الأول ينفصل من تلقاء نفسه متساقطاً إلى الأرض ، وبذلك ينقص الوزن الكلي للقذيفة بالنسبة إلى ما تحمل من وقود .

وإذا ما صمم صاروخ عديد المراحل بحيث تصل سرعته النهائية ٣٦ ألفاً من الأقدام في الثانية يصبح من الممكن لهذا الصاروخ أن ينفذ من اقطار مجال جذب الأرض ليتساقط إلى

القمر ، أو يهوى في نهاية مرحلته إلى سطح القمر تماما كما تهوى
الأجسام في طائنا إلى الأرض .

وجاء في نشرات معهد سمشونيان العلمية الخاصة بهذا
الموضوع : أن الأستاذ هـ . جودارد بجامعة كلارك قد صنع
وجرب صاروخا متعدد المراحل بنجاح منقطع النظير ، كان قد
صممه من أجل التحليق في مشارف الجو العليا . وقد لا تقف
قدرة الصاروخ عند حدود ارتياد جو الأرض ، وإنما قد يستمر
في سيره إلى القمر .

ولم يكن أقصى ارتفاع وصلت إليه أجهزة الرصد الجوى
المسجلة يزيد على ١٩ ميلا حتى ذلك الوقت . وكانت الأجهزة
تحملها البالونات الطائرة . أما صاروخ جودارد فكان قد صمم
ليصل إلى علو ٢٠٠ ميل ، مما زاد من قيمته لدى علماء الطبيعة
الجوية والمشتغلين بالرصد الجوى عموما .

ومن أظهر ما ورد في تلك النشرة العلمية من الوجهة
التاريخية هو اقتراح إرسال مسحوق المنيسيوم الذى يمكن أن
يلتهب بمجرد أن يصطدم الصاروخ بسطح القمر ، على أمل أن
ترصد تلك الظاهرة من الأرض في ابتداء الشهر العربى إذا تبع
العلماء انفجار الصاروخ بواسطة المناظير الفلكية المكبرة . وقد

تعرض جودارد بسبب هذا الرأي لكثير من النقد والسخرية
التي مر عليها من الكرام .

وفي عام ١٩٢٣ نشر هرمان أوبرث (*) في ألمانيا كتابا
عن الصواريخ وأسفار الفضاء ، وكان على اتصال بجودارد الذي
كان منهمكا في تجربة أول محرك نفاث يعمل بالوقود السائل وقد
ورد في كتاب أوبرث تحييد استخدام الوقود السائل لصواريخ
الجو العلوى . وبانتشار كتابه في الأسواق اكتسب سمعة عالمية
عالية كأول من أبدى ذلك الرأي الصائب .

وناقش أوبرث في كتابه هذا موضوع الصواريخ من وجهة
نظر عامة ، وبين كيف ومتى يستطيع الصاروخ أن ينطلق بسرعة
أكبر من سرعة انتشار الغاز من محركه ، وكيف يمكن أن
يستمر مندفا إلى أعلى بعد نفاذ الوقود . كما ذكر أن الوقود
السائل الذي يحمله الصاروخ يمكن أن يستخدم في تبريد غرفة
الاحتراق ودرء التلف والضرر عنها الذي ينجم من جراء
الحرارات العالية التي يولدها الاحتراق . ولقد أصبحت طريقة

(*) هو روماني الجنس ، وقد أخذ الجنسية الألمانية في أوائل الحرب
العالمية الثانية .

التبريد هذه هي أساس نجاح المحركات النفاثة الحديثة التي تستخدم اليوم في دفع صواريخ الفضاء .

ونشر أوبرث طبعة ثانية من الكتاب جاء فيها أوصاف الصاروخ الذي يمكن أن يحمل أجهزة الرصد الجوي إلى الطبقات العليا من الغلاف الموائى ، كما رسم صورة هذا الصاروخ ، وشرح اجزاء سفينة الفضاء ، وذكر إحدى محطات الفضاء التي تدور حول الأرض من أجل استغلالها في أعمال الرصد الجوي إلى جانب الاستفادة منها كبناء أو مخزن يمد الصواريخ بالوقود اللازم لها قبل إقلاعها إلى أعماق الفضاء . ولم يهتم الناس بأمر محطة الفضاء ولم يناقشوها ، إلا أنهم اهتموا بسفن الفضاء وحلها المختلفة التي يلبسها المسافرون والعمال ، كأشكال المقاعد وأنواع الأحذية وغيرها .. مما يلبس على سبيل الاحتياط داخل السفن حتى تصبح الحياة فيها عادية ، ويمكن القيام بكافة نواحي النشاط وقد انعدمت الجاذبية الأرضية وضاعت معالمها . وهكذا بدا أوبرث كرائد من رواد (الفلك الملاحى) ، وغالباً ما وافقه علماء عصره على النتائج التي توصل إليها ، واعتبروه حجة في هذا الميدان البكر .

واتصل بأوبرث رجل طموح من مصنفى القصص العلمى في

مقتبل العمر يقال له ما كس فالير. وكان فالير هذا مرحا قوى
الحجة ، ناقش مع أوبرث نوع المدفع الذى وصفه فيرن ، فتوصلا
إلى أن مثل ذلك المدفع يجب أن تصل طول (ماسورته) إلى مالا
يقل عن ٣٠٠٠ قدم ، وكذا يجب أن يثبت على حيل قرب خط
الاستواء حتى تصل فوهته إلى علو ١٦ ألف قدم فوق سطح
البحر !

وأعاد فالير طبع كتاب أوبرث بعد أن أورد حساباته
وتقديراته الرياضية تحت الهامش ونصح القارى بعدم الرجوع
إليها أو إضاعة الوقت فيها ! وذلك ليجذب اكبر عدد من
القراء . ثم أطلق على كتابه المتفح اسم «اقتحام الفراغ الكونى» .
وسريعا ما ظهر من قراء كتاب فالير هذا الفتى «ولى لى» الذى
عالج نفس الموضوع فى كتاب له أعجب به أوبرث أيما إعجاب .
وقامت جماعة من قراء هذه الكتب كلها بتأليف جمعية
أورابطة الغرض منها الاهتمام بمسائل الفضاء ، وأطلقوا على
أنفسهم اسم « جماعة السفر عبر الفضاء الكونى » . وهى نفس
الرابطة التى سميت فيما بعد باسم « جماعة ف . ف . ر . »
أو « المجمع الجرمانى للسفر عبر الفضاء الكونى » ، وقد
انتخبت أوبرث رئيساً لها فى خريف عام ١٩٢٨ ، فرأس ندوة

علمية نظمها الجماعة ونشرت تفاصيلها باسم : « إمكانيات السفر عبر الفضاء الكوني » .

ودعى أوبرث إلى برلين للإشراف على أول فيلم سينمائي متحرك عن رحلة سفينة صاروخية إلى الفضاء ، وذلك تحت إدارة المخرج الألماني فرتز لانج . وكان كاتب الرواية هو دى فون هاربو ، وأسماها « بنت القمر » . وتم بناء سفينة الفضاء كما تم وصف الطريق الذى سلكته إلى القمر حسب نظريات أوبرث الذى رسم سفينة عظيمة شمخت بأنفها إلى عنان السماء وهى تقف على أطراف أربعة فى مثل نصف طولها . وبدت من تحت قتها مظلة كبيرة على أهبة الانطلاق بمجرد عودة السفينة إلى الأرض ، كما ظهرت من تحت تلك المظلة عدة غرف للركاب والعمال والمهندسين إلى جانب غرفة الآلات التى ملئت بأجسام كروية الشكل تشابه مضخات الوقود ، إلى جانب عشرات المخاريط الكبيرة التى تمثل مخارج الغازات المنبثقة .


وعكف أوبرث على صناعة صاروخ يعمل بالوقود السائل مع الأوكسجين المسال . وجاء فى تقرير « ولى لى » تعليقا على هذه التجارب : كانت تقط الوقود الصغيرة تستنفذ وتحترق بسرعة أكبر مما هو متوقع . ومعنى ذلك إمكان إحراق كميات وفيرة

من الوقود داخل حيز معلوم خلال فترة معينة . ولم يستطع أوبرث حل مشكلة تصميم غرفة الاحتراق ، ولم ينجح في إرسال أى صاروخ إلى الفضاء ، إلا أن بحوئه نالت كتييرا من التقدير والتقدير .

ومنحت أولى جوائز ريب - هرسش (كما كانت تسمى إذ ذاك) لهرمان أوبرث تقديرا لآخر بحث نشره ، ولكي تعظم اللجنة قيمة ذلك العمل المجيد ضاعفت جائزة أوبرث فجعلتها عشرة آلاف فرنك بدلا من خمسة آلاف . وسمع جميع الذين كانوا يعملون في الصواريخ بتلك الجائزة ، ففتحت أبواب الأمل أمامهم ، وكثر الحديث عن السفر إلى الكواكب .

وفي غصون عام ١٩٣٨ دعى أوبرث للاشتراك في بحوث صناعة الصواريخ التي بدأت تشرف عليها كلية الهندسة بجامعة فينا ، ثم لم يلبث أن نقل إلى كلية الهندسة في درسدن بألمانيا ، حيث وكل إليه أمر صناعة مضخة وقود لصاروخ كبير . واندلعت نيران الحرب العالمية الثانية ومرت به أحداثها . وفي أوائل عام ١٩٥٥ سافر إلى ردتون بدعوة من الحكومة الأمريكية ليسهم ببعبريته وخبرته في تذليل الصعاب التي تعترض سبيل البشر في محاولاتهم لفزو الفضاء الكوني .

رجال بينموند والصاروخ

 تاريخ الصاروخ الألماني المشهور ف ٢ إنما يرجع في الحقيقة إلى تلك الأيام التي أرغمت فيها ألمانيا على توقيع معاهدة فرساي في أعقاب الحرب العالمية الأولى . فعندما أملت شروط تلك المعاهدة رغب الحلفاء المنتصرون في منع ألمانيا من إعادة تسليحها ، وخاصة من بناء أية مدفعية ثقيلة . والعجيب أن قائمة الأسلحة التي حرمت عليها شملت كافة أنواع المدافع والبنادق سريعة الإطلاق . . . إلا أنها لم تذكر شيئاً عن الصواريخ بحال من الأحوال .

وسرطان ما لاحظ الجيش الألماني هذا النقص في المعاهدة ، وشرع يدرس الإمكانيات التي تكمن وراء الصواريخ كسلاح فتاك . وفي عام ١٩٢٩ أصدر الجيش أمراً إلى فرع القذائف لبحث احتمالات الاستفادة من الصواريخ في هذا الصدد ، وولت تلك المهمة إلى ضابط صغير السن متقد الذكاء كان قد أكمل حديثاً دراساته الهندسية يدعى وولتر دورنبرجر .

ويقص علينا دور نبرجر هذا قصته ويروى لنا ما حدث
خلال الأعوام التي أعقبت إسناد تلك المهمة إليه ، وذلك في
كتاب « ف ٢ » الذي نشره في الولايات المتحدة عام ١٩٥٤ .
فقد بادر بإنشاء مركز لبحوث الصواريخ تحت إشرافه ، على
أرض مصلحة الأسلحة في كومر سدورف ، على بعد عدة أميال
جنوبي برلين . وعمد إلى فرز المشتغلين في هذا الميدان بألمانيا .
وبطبيعة الحال لم تكن عملية الفرز هذه مهمة سهلة في ميدان
شمل جماعات شتى من الوصوليين والدجالين والمراوغين والمرتقة
والعالميين ... إلى جانب القليل من يمكن الاعتماد عليهم .
وزار جماعة ال. ف. ف. مر. عدة مرات ورأى أن تجاربهم
هي من النوع للتافه الذي لا يمكن الاعتماد عليه ، وأيقن أن
أغلب أعضائه ممن دأبوا على الكتابة في الجرائد لمجرد الدعاية
وكسب العيش ، إلا أنه اختار من بينهم فون براون الشاب الصغير
ليكون مساعده الفنى الأول .

وكان فيرنر فون براون ينتمى إلى عائلة ألمانية ثرية ، وكان
أبوه أميناً لوزارة الزراعة ، ولم ترقه تصرفات « ابنه » فيرنر ،
وهاله ألا يكرس حياته ووقته للزراعة والأرض ، فقد كانت
تستهويه أجرام السماء منذ نعومة أظفاره ويحلم بالسفر إلى الزهرة

أو المريح . وفي نهاية الحرب العالمية الثانية عندما أسره الأمريكيون وراحوا يستجوبونه كان يبدو صغير السن ، وراح يمزح مع الذين أسروه لدرجة أن الضباط الأمريكيين لم يكن من السهل عليهم التصديق بأنه كان الفتى المسئول عن إنتاج الصاروخ ف ٢ المدمر !

وأتت جماعة دورنبرجر بعد جهد عظيم بناء صاروخ يعمل بالكحول ، اعتقدوا أنه سوف ينتج قوة دافعة تعادل وزن ٦٥٠ رطلا ، إلا أنه اتضح أن ذلك الصاروخ ما هو إلا حلم يداعبه الأمل . وكان دورنبرجر يعلم علم اليقين أن الدولة لن تخصص لمشروعه الميزانية الكافية ما لم ينجح في بناء قذيفة كاملة تحلق في الجو وتستخدم كسلاح . ومن العقبات التي وجب عليهم تذليلها مسألة توجيه الصاروخ ، إلا أن الحظ ساعدهم في ذلك إذ كان أحد المساعدين الفنيين من المتخصصين في صناعة الجيروسكوب (*) ، فلم يلبث أن تقدم بمقترحات عملية مفيدة في هذا الصدد ، وبذلك سار المشروع حينئذ في سبيل النجاح .

(*) جهاز يمكن بواسطته ضبط توجيه أية سفينة تنطلق بسرعة كبيرة في اتجاه معين . وهو يتكون من حلقتين تدور كل منهما حول محور متعامد على الآخر ، ويحمل تباطؤاً لئلا الاحتفاظ بحركة الدوران .

وتعلم دورنبرجر ومن معه. أن غرف الاختراق الكبيرة لا يمكن أن تصنع بمجرد تكبير الأنواع الصغيرة الناجحة ، بل يلزم دائماً أن تغير بعض أجزاء منها وتستبدل بأجزاء من أجهزة لم تكن قد ضمنت بعد . واستلزم استمرار اشتعال الوقود مدة طويلة تكفى لوصول الصاروخ إلى ارتفاعات شاهقة وجوب استخدام وسائل حديثة للتبريد ، ولزوم تحويل الشكل العام للصاروخ بحيث تقل مقاومة الهواء له في أثناء انطلاقه .

وفي أوائل ديسمبر عام ١٩٣٤ آتموا صناعة صاروخين بلغت قوة الواحد منهما ٢٣٣٠ رطلا . ولما أطلقوهما من إحدى جزر بحر الشمال وصل أحدهما إلى علو ١٢٠٠ ميل ، فكانت هذه التجربة هي البداية . ولكنها بداية لم يعقبها نجاح مباشر في الحال ، إذ اعترضت المسائل المالية سير دولاب العمل . ولكن الرجال الذين توافرت لديهم العزيمة الكافية لبناء أكبر أسلحة الصواريخ فنكا - التي لم يرها العالم من قبل - كان في وسعهم تذليل العقبات والنوصل إلى الطرق التي تمكنهم من التغلب على أية عقبة من العقبات مهما عظمت . ورأى دورنبرجر أن يبني محطة تجارب حديثة تليق بالنجاح الذي أحرزه . وعندما تواضع في تقديماته واعتدل في النفقات إلى أقصى حد ، وجد أن تلك المحطة سوف

تتكلف مبلغاً مكوّناً من سبعة أرقام على الأقل ١ وهو مبلغ لا سبيل إلى تديره بمجرد المهارة في تقديم الطلبات وتحرير الاستمارات . وعثر فون براون على الموقع المثالي للحطة اللائقة بمثل ذلك العمل . وكان ذلك الموقع هو إحدى الجزر الكبرى عند مصب نهر الأودر .

وبعد أن مر طامان كاملان ظل فيهما دورنجر يكافح ويناضل بدأ حلمه يتحقق ، واستطاع الحصول على ما شاء من المال ، بل وحشرت إليه الرجال حشراً وتدققت المواد إلى مكان مستطيل تغطيه الكشبان الحالية ويطل على بحر البلطيق . ولم تمض عدة شهور حتى كان هذا المكان أكبر محطة عرفها العالم لإجراء تجارب الصواريخ . وكان هو نفس المكان الذي سبق أن اختاره فون براون غير بعيد من قرية ينموند لصيد السمك في جزيرة بوسدوم .

ومرت الشهور تباعاً — استغرقت في عمل التصميمات المضنية وحمايات بناء الصواريخ واختبارها ، ثم إعادة البناء والاختبارات ، وفي خريف عام ١٩٣٩ أكلت الجماعة بناء صاروخ بلغ وزنه نحو طن كامل وارتفع إلى علو نحو خمسة أميال في مدة قدرها ٤٥ ثانية ظل خلالها وقوده مشتعلًا ، ثم

استمر الصاروخ في الصعود بعد ذلك تحت تأثير القصور الذاتي .
وعندما بلغ أقصى ارتفاع له أعطيت إشارة من الأرض فافتحت
مظلة صغيرة أولاً ، ثم انفتحت مظلة أكبر هبط بواسطتها
الصاروخ سالماً إلى البحر .

وشرعت الجماعة بعد ذلك تدرس مقدرة الصاروخ عندما
يميل قليلاً في سيره على الاتجاه الرأسى ، فأطلقت نفس النوع
على هذا الأساس ونجحت التجربة . وهكذا توافرت القرائن
الدالة على اقتراب رجال ينموند من النجاح والوصول إلى
الهدف المنشود : فقد بنوا صاروخاً موجهاً ، يأخذ مساراً طويلاً
منحنيّاً يبدأ من نقطة الانطلاق ليصل أعلى نقطة في المسار ثم
يهوى هابطاً في مساره المنحني لتريجاً ليتهى عند الهدف على
سطح الأرض . ولم يبق عليهم إلا زيادة سرعة الصاروخ وزيادة
حجمه ليحمل مقادير عظيمة من المواد المدمرة وينقلها إلى
أماكن نائية ينفجر فيها محدثاً الخراب الشامل .

وشعر دورنبرجر بالثقة في نفسه وفي رجاله ، فتقدم بطلب
ميزانية أكبر على اعتبار إنشاء وحدة الصاروخ الكبير (١ - ٤
كما كانوا يسمونه) مشروعاً حرياً من أعظم المشاريع . ووافق
رئيس هيئة أركان حرب الجيش الألماني دورنبرجر على طلبه ،

وأعطى هذا المشروع الأولوية في المال والرجال .
ومضت عدة شهور ألغيت بعدها تلك الأولوية وضاع ذلك
التقدير بقرار من هتلر ، وهكذا حرم رجال ينمون من العون
وتعرضوا للحرمان من كثير من المزايا ، وخفض زادهم
وعنادهم ، كما عين الفنيون الذين كانوا قد تقدموا بطلباتهم
في أماكن أخرى . وفي تلك الفترة — عام ١٩٣٩ — كانت
ألمانيا منهمكة تماماً في حربها الثانية ، وقد زحفت جيوشها المظفرة
عبر كثير من البلاد للقضاء على أعداء هتلر ، واحتلت أكثر
من نصف أوروبا ، وأصبح من البديهي لدى هتلر وأغلب من هم
حواله من رجال الجيش أن يضمن بالمال والرجال على قذائف
صاروخية لم تثبت صلاحيتها في الحروب بصفة قاطعة .
والحق أن بناء الصاروخ ١ - ٤ تطلب (إلى جانب العمل
المتواصل والمجهود الشاق المضني خلال سبع سنوات متوالية)
واستلزم دقة متناهية في كل شيء وحذراً كبيراً في كل خطوة ،
من ابتداء تعبئة جهاز الضغط الذي يدفع الوقود السائل إلى
غرفة الاحتراق حتى لحظة إطلاق الصاروخ ، وبين الخطوتين
سلسلة طويلة من العمليات التي تحتاج كل منها إلى توقيت سليم
ومهارة فائقة وخبرة فنية عظيمة . ولما بلغ مدى الفدفة

الصاروخية ١٢٥ ميلا لم يكن من السهل السيطرة على مسار الصاروخ خلال هذا المسار الطويل بأكمله. فالصاروخ لا يصيب الهدف إلا إذا توفرت فيه شروط ثلاثة هي :

١ — يلزم أن يأخذ الصاروخ الاتجاه الصائب تماماً لحظة إطلاقه .

٢ — يجب أن ينطلق بنفس السرعة المقدرة له بالحساب .

٣ — من الضروري أن تضبط زاوية ميل المسار بالقدر الكافي الذي يجعل الصاروخ ينطلق في مسار على هيئة إهليلج أو قطع ناقص (أو قوس غير صادق الاستدارة) ليصل إلى الهدف تماماً .

وفي ٣ من ديسمبر عام ١٩٤٢ كان رجال بينموند يعدون العدة لإطلاق آخر صاروخ من صواريخ ١٠ — ٤ سمح بينائها وتدفقت من محرك الصاروخ سحب من دخان كثيف بدد تجمعاتها شرر خفيف ، ثم تدفقت الغازات بلون أحمر مصفر ، واستمر المحرك يولد قوة دافعة تعادل وزن ثمانية أطنان مدة ثلاث ثوان كما كان متوقماً . وازدادت قوة الدفع وأخذ الصاروخ الجبار يرتفع تدريجياً ، فصعد في الثانية الأولى مسافة تقل قليلا عن طوله ، وكأما هو يتردد في أمر الصمود . ولكن

السرعة ازدادت كثيراً عندما بلغت قيمة دفع المحرك وزن ٢٥ طناً ، إذ انساب الصاروخ مسرعاً في طريقه وسط هدير مزعج وجلبة مخيفة .

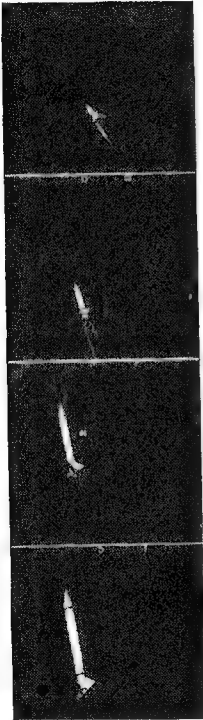
وسار الصاروخ رأسياً مدة ١٤ ثانية ، ثم بدأ يميل حسب الحطة المرسومة تماماً . وبلغت سرعة الغازات المنبثقة منه ٦٥٠٠ قدم في الثانية (أو نحو ١١ من الأميال في الثانية) . ولقد أخذت سرعة الصاروخ تزايد على التدرج حتى وصلت إلى ٦٥٠٠ قدم في الثانية بعد مضي ٢٠ ثانية من لحظة إطلاقه ، وهي حدود سرعة الصوت ! ثم استمرت السرعة تزايد . وتكاثفت أبخرة الغازات المنبثقة سريعاً بتأثير البرودة في أعالي الجو مكونة خطأ متعرجاً أبيض اللون . وفي تلك اللحظة كان الصاروخ ينساب بسرعة تربو على ألفي ميل في الساعة . وفي الثانية الرابعة والخمسين من لحظة الإطلاق توقف الاحتراق بنفاد الوقود ، واختفى اللهب المنبثق بلونه المائل للاحمرار ، إلا أن سرعة الصاروخ استمرت كما هي وكانت قد بلغت ٣٥٠٠ من الأميال في الساعة . وهكذا أمكن لأول مرة في تاريخ الصواريخ إرسال قذيفة موجهة توجيهاً آلياً لتصل إلى أعالي الجو في نهاية مدة الاحتراق وتنساب خلال طبقات مفرغة من الهواء هرباً . وعندما انقطعت

الإشارات اللاسلكية التي كان يرسلها الصاروخ أيقن المراقبون أنه قد عاد إلى الأرض وارتطم بسطحها على بعد ١٢٥ ميلا من نقطة الانطلاق .

وفي تلك الليلة بات من المستحيل ألا يصدق الحاضرون أن بناء سفينة فضاء تحمل الناس إلى ما وراء مجال جذب الأرض أصبح أمرا معقولا . وصرح دورنبرجر بقوله : « لقد برهنا على أن محركات الصواريخ تصلح لأسفار الفضاء » ، ثم عقب بقوله : « اليوم يبدأ عصر جديد هو عصر الانتقال عبر الفضاء الكوني » . ولتقريب هذه الحقائق إلى الفهم والإدراك نعطي للقارئ في شكل (١٠) بعض تسجيلات صاروخ الفيكنج الذي نجح إطلاقه في أمريكا بعد هذا التاريخ بأكثر من ١٥ سنة .

ولم تقنع هذه النتيجة هتلر ، إلا أن الانتصارات الألمانية كانت قد بدأت تتوقف ، وبدأت الهزائم تظهر بعد دخول أمريكا الحرب عام تقريبا . ولم يكن في استطاعة أحد في ألمانيا كلها أن يفهم الفورر أن الصواريخ وحدها يمكن أن تضمن لهم الحرب .

ولجأة لاح الأمل وظهرت الفرصة المواتية عندما أعلن ياور هتلر الخاص يقول : « إن الفورر قد رأى في منامه أن



(شكل ١٠)

توضح هذه الصور الأربع
 المراحل المختلفة لمسار صاروخ
 (التيكنج) الموجه كما التقطتها
 عدسة تيودوليت أسكانييا .
 ويوضح أن زاوية ميل المسار
 تزداد بالارتفاع ، وكذلك
 يزداد نجاح المحرك في تحويل
 الحرارة إلى طاقة حركة .
 وعندما تصل درجة نجاح
 المحرك نهايتها المظلمة تنتشر
 في الجوهزات من مخروطات
 فوق جمعية في أعقاب الذهب
 التي تومض وميض اللالي .

الصاروخ ١ - ٤ سوف يصل إلى إنجلترا! وجاءت الأخبار السارة بأن لجنة عليا من الفنيين سوف تصل إلى ينموند لتشاهد إحدى التجارب . وكانت اللجنة قد عينت لاختيار احد السلاحين إما الصاروخ ١ - ٤ ، وإما قذيفة أخرى أنتجتها أسلحة الطيران ، وكان عليها حفظا لجهود الدولة أن تطلب العناية والتشجيع الرسمي لأصلح السلاحين وإهمال السلاح الآخر ، وأطلق على السلاح الأول اسم فم وعلى السلاح الثاني اسم ف والحرف ف هو الحرف الأول من الكلمة الألمانية (فيرجلتج) ومعناها الانتقام .

ولم تمض فترة قصيرة حتى دغى كل من دورنبرجر وفون براون إلى مقر قيادة هتلر الذى طلب إليهما إنتاج هذا السلاح فى الحال وبكميات وفيرة ، على أن تبلغ القذيفة من الضخامة بحيث تحمل معها كل مرة عشرة أطنان من الديناميت يمكن أن تحدث عند انفجارها عملية تفريغ وإبادة تامة . ويقول دورنبرجر فى كتابه إنه ربما أمكن تحقيق رغبات هتلر وآماله لو أن ينموند أعطيت كافة التسهيلات ونالت التشجيع اللازم منذ الابتداء .

وفى تلك الليلة نفسها عاد الرجلان إلى ينموند ، وقد رقى دورنبرجر إلى رتبة القائد العام ، كما نال فيرنفون براون لقب

بروفسور أو أستاذ من هتلر . وبعد أن كانت ينموند سرا من الأسرار لا يعرف الألمان ما يجري فيها من عمل ، أصبحت أمرا معروفا بعد صدور القرار بجعلها مشروعاً له رتبة الأولوية والأهمية العظمى ... وتسربت الأخبار إلى الأعداء سرياً .

وفي منتصف ليلة ١٧ من أغسطس عام ١٩٤٣ أغارت مئات من قاذفات القنابل البريطانية على ينموند وأسقطت نحو ١٥٠٠ طن من القنابل عظيمة الانفجار مع وابل من القنابل المحرقة ، فأشعلت النيران في كل مكان . وبلغ عدد القتلى في تلك الغارة ٨٠٠ من المهندسين والفنيين والعمال المدربين . وعلى الرغم من هذا كله سار دولا ب العمل ، واستمرت الغارات ...

وفي سبتمبر عام ١٩٤٤ أطلقت أول قذائف الصاروخ ف ٢ عبر القناة الإنجليزية لتسقط في بريطانيا . وخلال فترة من الزمان أحدث الصاروخ أثراً بالغاً ، خصوصاً من الناحية النفسية ، برغم أنه لم يحدث فراخاً تاماً عند (*) انفجاره كما تمنى هتلر ! ولكن القذيفة كانت تنقض من السماء دون سابق إنذار ومن غير جلبة .

(*) يبلغ طول الصاروخ ف ٢ نحو ٤٦ قدماً ، أما وزنه فيصل إلى ١٤ طناً عندما يملأ بالكحول والأكسجين (المسائل) ، منها طن واحد من الديناميت .

أو ضوضاء . وبعد فترة أخذ الإنجليز يرددون في شيء من الفلسفة تعليقات منها : « إنها لا تعطى أحدا فرصة ليخاف ، فإذا ما انقض صاروخ منها فعلى الأقل لن نعرف إلى الأبد ماذا جرى لك وما الذى أصابك ! » .

وضربت انجلترا فعلا بعدد أقل بكثير من العدد الذى حاولت ألمانيا إرساله عبر بحر المانش ، إذ لاقى الألمان كثيرا من المتاعب ، ونقلوا بعض معدات الصواريخ إلى داخل البلاد ، وكان الأوكسيجين السائل يتبخر فى أثناء نقله ، ولم يكن فى مقدور ألمانيا أن تنتج فى الشهر الواحد أكثر من ٩٠٠ صاروخ . وبدأت قوة ألمانيا تنهار سريعا ، كما فقد منها البنزين تقريبا . وبلغ عدد ما أطلق من الصاروخ ف^٢ نحو ٤٣٠٠ صاروخ ، صوب منها على انجلترا وحدها نحو ١٥٠٠ صاروخ ، وسقط عليها بالفعل أكثر من ١١٠٠ صاروخ ، وكذلك أطلق الألمان آلاف الصواريخ فى الميادين الأخرى .

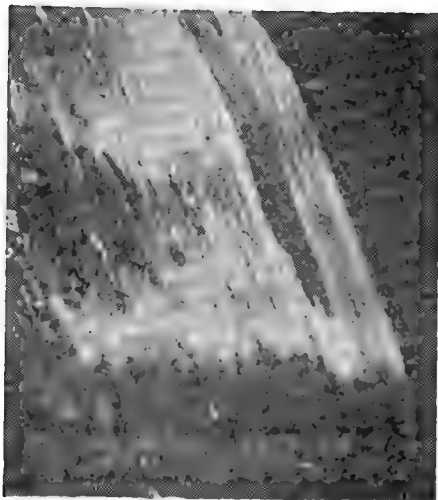
وفى مارس عام ١٩٤٥ تقهر الألمان وأجلاهم الحلفاء عن مراكزهم الساحلية ، وبذلك انتهت مهمة الصاروخ ف^٢ فى الحرب العالمية الثانية . وتلك فترة كانت الحرب ذاتها قد قاربت فيها الانتهاء وأمضى دور نهر جر وفون بروان وفريق من رجال

ينموند أسايح الحرب الأخيرة في قرية جبلية صغيرة كانت قد عزلت عن ألمانيا النازية ، ووقعت في يد الجيش الأمريكي الزاحف نحو الشرق. وفي تلك القرية وصلت فيرنر فون براون الدعوة بالإقامة في أمريكا للعمل في بحوث الصواريخ ، كما وصلت دورنبرجر دعوة مماثلة ليصبح مستشارا فنيا في بناء المحركات الصاروخية لدى شركة بل إير كرافت . أما ينموند فسقطت بمن فيها في يد الروس الزاحفين غربا. وبين شكل (١١) الصاروخ ف^٢ الذي نقله الأمريكيون إلى بلادهم . أما شكل (١٢) فيعطي صورة ساحل الولايات المتحدة الأمريكية كما تم تصويره من الصاروخ ف^٢ على بعد نحو ١٧٥ كيلو مترا .

ومنذ سقوط ينموند طويت صفحة رجالها ولكن ليس من شك أنه في ذلك اليوم الذي يتم فيه بناء سفينة الفضاء لتقلع إلى القمر أو أى كوكب قريب ، سوف تعد قائمة بأسماء الرجال بل الأبطال ، الذين دخلوا ينموند وعملوا فيها ، مع غيرهم ممن أوردنا ذكرهم في هذا الكتاب ، كأبطال مجاهدين لبوا أدوارهم الهامة في صناعة الصواريخ وتوجيهها .



(شكل ١١) الصاروخ النازي ف-٢



(شكل ١٢) صورة ساحل الولايات المتحدة من على ارتفاع ١٧٥ كيلومترا

عصر الفضاء

١٢ عصر الفضاء يبدأ يوم نجح رجال ينموند في توجيه الصاروخ ف ٢٠٠٠ ، وإرساله إلى أعالي جو الأرض ، إلا أن ذلك الحدث التاريخي الهام أعقبته سلسلة متواصلة من الانتصارات العلمية في معركة الإنسان ضد الفضاء وغوائله وأهواله . وتبدأ هذه السلسلة يوم نجح الروس في إرسال أول قمر صناعي يدور حول الأرض في الرابع من أكتوبر عام ١٩٥٧ .

وللأفكار الصناعية وإطلاقها قصة غير التي ذكرناها ، ويرجع أساسها إلى التنافس بين الدول العظمى في صناعة الصواريخ الموجهة منذ سقطت ينموند من ناحية ، وإلى التسابق في بناء محطة الفضاء (*) ، ثم إلى تنفيذ وإنجاز بعض برامج السنة العالمية لطبيعات الأرض من ناحية أخرى . وفي الغالب تكون الأفكار الصناعية على هيئة كرات أو أسطوانات من سبائك الألومنيوم ، وتبرز من سطوحها قضبان معدنية كشواخص للرصد وهوائيات

(*) سبائك تفصيل أمرها فيما بعد .

لأجهزة الإذاعة والاستقبال اللاسلكي ، كما أن بداخلها
حوافظ مغناطيسية تعمل على تسجيل ما ترصده الأجهزة ثم
إرسال هذه الأرصاد أولا بأول إلى الأرض .

والصواريخ التي تحمل الأقمار الصناعية تكون متعددة
المراحل — عادة من مراحل ثلاث — ، وذلك لتتاح لها فرصة
الخروج إلى الفضاء الكوني ولتكتسب المزايا الخاصة بعمل
المحركات النفاثة بنجاح في الفضاء عندما تبلغ سرعة الصاروخ
زهاء سرعة الغازات المنبثقة من المحرك . ولقد استخدم
الأمريكيون لوقود المرحلة الأولى الكيروسين والأكسجين
السائل في كثير من الحالات . أما المرحلة الثانية فكان وقودها
حامض النيتريك الأبيض مع الهيداميثيل هيدرازين . وجلت
المرحلة الأخيرة من صواريخ جويترسي التي تتكون بدورها
من مراحل متعددة لا داعي للخطوض في تفاصيلها .

أما السنة العالمية لطبيعات الأرض فيرجع تاريخها إلى ما كان
يسمى أصلا باسم « السنة العالمية القطبية » ، التي فنت أولى
برامجها خلال الفترة الممتدة من أول أغسطس عام ١٨٨٢ إلى
نهاية أغسطس عام ١٨٨٣ ، لجمع أرصاد تختص بالمناطق القطبية
من حيث عناصر الجو والمغناطيسية الأرضية . ولما كللت

أعمال تلك السنة بالنجاح. وصادت الأرصاد التي جمعت خلالها على العلماء بنفع عظيم تم الاتفاق خلال الأعمال التحضيرية لإقامة الذكرى الخمسين لها على إقامة سنة قطبية ثانية تبدأ من أول أغسطس عام ١٩٣٢ وتنتهي في آخر أغسطس عام ١٩٣٣ ، واشتركت ٤٤ دولة في ذلك العمل العلمي المجيد .

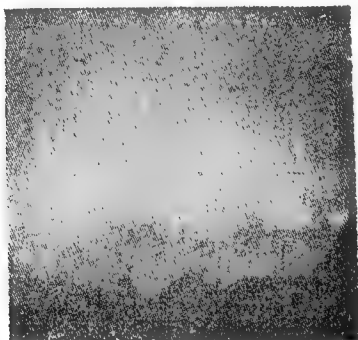
وكان المقرر أن تقام السنة القطبية الثانية خلال الفترة ١٩٨٢ - ١٩٨٣ ، إلا أن التقدم العلمي السريع الذي أحرزه البشر خلال الحرب العالمية الثانية ، وبزوغ فجر عصر الفضاء ، وعصر النرة ، كل هذه العوامل مجتمعة حفزت العلماء على إقامتها عام ١٩٥٨ - ١٩٥٩ ، على أن تشمل الأرصاد التي تجمع كافة أرجاء الأرض ، بما في ذلك المناطق المدارية والاستوائية ، خصوصا وأن هذه الفترة بالذات توافق النشاط الشمسي الدوري الذي لوحظ تكراره كل ١٢ سنة تقريبا .

ولقد تم الاتفاق على أن تساهم كل من روسيا وأمريكا في جمع أرصاد الفضاء والجو العلوى بإطلاق أقمار (*) صناعية تدور حول الأرض في الفضاء القريب لدراسة الطاقة الشمسية والأشعة

(*) انحصر على روسيا وأمريكا في هذه المهمة لأنها تتطلب تقنيات باهظة

تتوفى في متوسطها تسعة أرقام من الجذبتيات 11

الكونية والشهب ومجال الأرض المغناطيسى وأنوار الشمال
أو الفجر القطبي (يسمىها الفرنجة الأورورا) ، وهي تفريغ
كهربى - شكل (١٣) - فى هواء مخلخل (أى هواء
منخفض الضغط جدا كما هو الحال داخل الأنايب الكهربائية
أو اللافتات) . ويحدث هذا التفريغ على ارتفاعات تختلف من



(شكل ١٣) الأورورا أو الفجر القطبي

١٠٠ كيلو متر إلى ١٠٠٠ كيلو متر أو أكثر من سطح الأرض .
ويشاهد الفجر القطبي عادة قرب القطبين ، ولهذا أطلق عليه

هذا الاسم . وهو يضيء السماء ويتبدل كالستائر ذات الألوان
الجميلة الخلابه ، وله حافة حمراء يتبعها لون أصفر . وأعجب
المعجب أن تحليل طيف الأورورا دل على وجود غازى الأزوت
والأوكسيجين على تلك الارتفاعات الشاهقة ، وعلى عدم وجود
الغازات الخفيفة مثل الهيليوم والأيديروجين .

ومن المعروف أن ازدياد النشاط الشمسى يتبعه بعد حين
ظهور الفجر القطبي متوجها فى السماء ، وانتشار العواصف
المغناطيسية من حول الأرض ، وارتفاع كثافة الأشعة
الكونية (*) ، تلك الأشعة التى تقبل من الشمس ومن أعماق
الفضاء الفسيح . ولهذا بات من الضرورى دراسة هذه
العناصر كلها ورصدها خارج نطاق جو الأرض للوقوف على
حقيقة الأمر .

وفى ما يلى بيان بالأقمار الصناعية التى أطلقت خلال السنة العالمية
لطبيعيات الأرض . أولا — الأقمار الروسية :

(*) هى مجموعة من البروتونات ونويات ذرات الأيدروجين وبعض
العناصر الأخرى . وتتحرك هذه المجموعة بسرعة خارقة تحملها تحمل كيات
عظيمة جدا من الطاقة ، تصل فى مقاديرها إلى آلاف أضعاف الطاقة التى
يمكن أن تحملها النوى المنطلقة من الأجسام المشعة على الأرض ، وهى لذلك من
قوى الطبيعة العظمى التى تحطم ذرات المواد .

سيوتنك (١) : أطلق في ٤ - ١٠ - ١٩٥٧ بسرعة وصلت حدود ١٨ ألفا من الأميال في الساعة الواحدة ، ليدور في أهليلج (أو قطع ناقص) تحتل الأرض إحدى بؤرتيه ، ويميل على خط استواء الأرض بزاوية قدرها ٦٥ درجة . وبلغ أوج المسار (أو أعلى نقطة فيه) ٩٥٠ كيلو مترا فوق نصف الكرة الجنوبي ، كما بلغ الحضيض (أو أدنى النقط) ٢٢٦ كيلو مترا فوق نصف الكرة الشمالي . وأكمل القمر دورة كاملة حول الأرض في ٩٦ دقيقة ؛ إلا أنه أخذ يهبط تدريجاً ، وعندما دخل طبقات الجو الكثيفة نسبياً احترق في ٤ يناير عام ١٩٥٨ . ولم يزد وزن القمر على ٨٣٦ كيلو جراماً ، برغم أنه كان يحمل أجهزة لقياس الضغط الجوي ودرجة الحرارة وكدمات الشهب أو صدماتها . واستخدم غاز الأزوت الحامل كما زل حراري يحول دون تسرب الحرارة بين الجدار الخارجي والجسم الداخلي للقمر . وكانت الأرصاد التي يجمعها تذايع على موجتين طولها ١٥ متراً و ٧٥ من الأمتار .

سيوتنك (٢) : أطلق في ٣ - ١١ - ١٩٥٧ ، وكان أسطواناني الشكل مخروطي الأنف . وقد بلغ طوله ٨٨ سم من الأمتار تقريباً ، كما بلغ وزنه ٥٠٨٣ كيلو جراماً ، أي أكثر من ستة أضعاف وزن

القمر الأول . وكان مساره يميل بزاوية قدرها ٦٢ر٤ درجة على خط الاستواء . وقد أتم دورة كاملة حول الأرض في ١٠٣ر٧ دقيقة ، وبلغ أوج المسار ١٦٦٤ كيلو مترا ، أما الحضيض فلم يزد على ٢٢٥ كيلو مترا . وعندما دنا كسابقه من سطح الأرض احترق في طبقات الجو السفلى في ١٤ من أبريل عام ١٩٥٨ .

ولقد زود هذا القمر في مقدمته بخلايا وعدسات ضوئية من أجل دراسة الإشعاع الشمسي ، وحمل في مؤخرته كلبة من نوع يقال له (لا يكا) من أجل دراسة إمكانيات الحياة في الفضاء . وقد تم تسجيل معلومات هامة تتعلق بطب الفراع ، كرسد النبض والتنفس وضغط الدم وعمليات الهضم . وأرسلت الأرصاد إلى الأرض بعد تسجيلها على حافظات مغناطيسية . وتبين أن لا يكا تحملت عجالات التسارع ولم تتأثر بانعدام الوزن ، إلا أنها ماتت غثقة بعد أن تعطل جهاز تنقية الهواء .

سبوتنك (٣) ، أطلق في ١٥ مايو عام ١٩٥٨ في مسار يميل بزاوية قدرها ٦٥ درجة على خط الاستواء . وقد بلغ طوله ٣ر٥٧ مترا ، ووزنه ١٣٢٧ كيلو جراما ، منها نحو ٩٦٨ كيلو جراما للأجهزة . وكان الأوج على بعد ١٨٨٠ كيلو مترا والحضيض على بعد ٢٢٥ كيلو مترا . وقد أكن دورة كاملة في

١٠٦ دقيقة . وكان الغرض الأساسى من إرسال هذا القمر هو : قياس شدة مجال الأرض المغناطيسى ، والأشعة الكونية ، والشهب المتناهية الصغر ، إلى جانب الأرصاد الأخرى التى سبق جمعها . واحترق هذا القمر فى الخامس من أبريل عام ١٩٦٠ . وأطلق الروس كذلك لونيكا (١) الذى تجاوز القمر مكونا كوكبا صناعيا يدور حول الشمس ، ولونيكا (٢) الذى أرسى على القمر الشعار السوفيتى ، ولونيكا (٣) الذى دار من حول القمر مصورا نصفه الذى لا يواجه الأرض . ولما التقطت هذه الصورة على الأرض أتاح أول فرصة يرى فيها الإنسان تفاصيل ذلك النصف . واستمرت تجاربهم تجرى بعد انتهاء السنة العالمية لطبيعيات الأرض حتى أحرزوا من التقدم فى هذا الميدان درجة مرموقة ، وبات أمر إقلاع سفينة فضاء تحمل الناس عبر الفضاء الكونى أمرا متوقعا .

ثانياً الأقمار الأمريكية .


الاستكشاف (١) أطلق فى ٣١ يناير عام ١٩٥٨ ، وبلغ وزنه ١٣٨ كيلوجراما وحمل أجهزة وزنها خمسة كيلوجرامات . ودار فى مسار مال على خط الاستواء بزاوية قدرها ٣٤ درجة وكان الأوج على ارتفاع ٢٤١٥ كيلومترا ، والحضيض على

ارتفاع ٣٤٩ كيلو مترا . وقد أكل الدورة الكاملة في ١١٥ دقيقة . ويلاحظ أن الحضيض وصل إلى أبعد شاهقة في الفضاء برغم صغر القمر نفسه مما قلل من مقاومة الهواء له وأعطاه فرصة كبيرة للبقاء . ورصدت بعض أجهزة هذا القمر الإشعاعات الكونية . ولم يدم المستكشف الثاني طويلا بعد إطلاقه .

المستكشف (٣) : أطلق في ٢٦ مارس عام ١٩٥٨ ، ودار في مسار باع ارتفاع أوجه ٣٢٠٠ كيلو مترا ، أما الحضيض فقد وصل إلى ١٦٠ كيلو متراً فقط مما عجل باحتراقه في ٢٨ - ٦ - ١٩٥٨ . وأطلقت الولايات المتحدة كذلك سلسلة من الأقمار في نفس السنة اتهمت بالمستكشف السادس فالرائد الرابع ، وأغلبها سيأتي ذكرها في سياق حديثنا عن الفضاء الكوني وخصائصه .

وبطبيعة الحال لم يقف النسابق العلمي عند حد إطلاق الأقمار الصناعية أو محاولة تزويدها بمختلف آلات الرصد للكشف عن معالم الفضاء الكوني ، وخصائصه ، أو إمكانيات الحياة في مركبات الفضاء ، وإنما تعدى هذه الحدود كلها إلى محاولات جديده لبناء سفن الفضاء ومحطاته ، حتى بات السفر عبر الفضاء الكوني في مركبات تحمل البشر أمرا متوقعا في القريب العاجل .

سفن الفضاء ومحطاته

أكثر من سبعة اعوام كتب فون بروان في مجلة  (كوليرز) يقول : « إن اتخاذ محطة في الفضاء لا يقل أهمية عن شروق الشمس علينا كل يوم ، وقد أقحم الإنسان نفسه في الفضاء الكوني وهو غير مستعد للترجع ». والرجل محق فيما يقول : فالذى يملك أول محطات الفضاء يتحكم في عالمنا بأسره ، ولهذا فإن تفاصيل الخطوات والبحوث التى تتم فى هذا الصدد تحاط بالكتمان ، كما أن ما ينشر منها يكون إلى حد كبير على سبيل الدعاية .

ونحن عندما نراجع ما قدمناه نجد أن الفضاء الكونى هو قبل كل شيء عالم فارغ من الهواء ، كما أنه لا يخلو من الأحوال ومعاول الفضاء . وتنعدم فيه المقاومات التى تحد من حركة الأجسام ، ولذلك لا توجد حاجة ماسة تدعو إلى جعل شكل سفن الفضاء الخارجى شكلا انسيابيا ، بل يمكن أن يتم بناؤها فى قالب عملى مريح ، فتبرز من جوانبها أجهزة عديدة مثل الروافع والهوائيات... ويعطى انعدام الاحتكاك للسفينة فرصة الانطلاق

بسرعة عظيمة جداً ، في حدود السرعة (*) الفلكية .

ولكن كيف يمكن أن تنطلق تلك السفن الضخمة من سطح الأرض وتتخلص من قبضة جاذبها ثم تجمع لنفسها تلك السرعة العظيمة ؟ الجواب على ذلك في غاية البساطة : إن أغلب تلك السفن لن ينطلق من الأرض ، ولكنها سوف تقلع بعيداً عن سطحها ، بل خارج جوها ، من محطات الفضاء التي هي في الواقع نوع من التوابع أو الأقمار الصناعية التي تدور حول الأرض على بعد مناسب منها . وسوف تكون تلك المحطات أيضاً بمثابة الأحواض التي تبني فيها السفن . ومعنى ذلك أنه سوف تتكون الرحلة إلى أى كوكب قريب من عدة مراحل هي : أولاً الارتفاع في سفينة صاروخية من سطح الأرض إلى محطة الفضاء خارج جو الأرض ، ثانياً استبدال هذا الصاروخ بسفينة الفضاء المعدة للرحيل إلى المريخ أو الزهرة . وهناك يمكن أن تتم الرحلة على خطوات عكسية مماثلة . وقد يتخذ من دايموس (القمر التابع للمريخ)

(*) أى كسرعة الكواكب التي لاهل من عمرة أميال في الثانية بالأرض مثلاً تدور حول الشمس بسرعة متوسطها ١٨,٥ من الأميال في الثانية ، أو نحو ٦٦ ألف ميل في الساعة .

محطة فضاء تهبط إليها سفن الفضاء ، ويستقل منها الركاب السفن الصاروخية التي تحملهم إلى سطح المريخ نفسه .

ومعنى ذلك أنه عندما يتم بناء محطة الفضاء يسهل ولا شك أمر الوصول إلى الكواكب ، وتكون رحلات السفن الصاروخية من الأرض مجرد مَسَدَّ محطة الفضاء بما يلزم من مواد وعتاد لبناء سفن الفضاء التي تنقل الناس عبر الفضاء الكوني . واليوم وقد نجح الإنسان في إرسال الأقمار الكبيرة إلى الفضاء الكوني وإعادة سالة إلى الأرض من جديد لن نستبعد أن تنشر جراند الغد على صفحاتها الأولى بالخط العريض أنباء تشييد إحدى محطات الفضاء .

ومن الناحية النظرية علينا أن نغير وجهات نظرنا القديمة الخاصة بالسفر عبر الفضاء الكوني ، ونعتبر الأمر مسألة فلكية بحتة : فسفينة الفضاء هي أشبه شيء بكوكب سيار يدور حول الشمس ، ومحطة الفضاء هي بمثابة القمر الذي يتبع الأرض ، وكل منهما يجب أن يتحرك بسرعة فلكية . وبطبيعة الحال تتضاءل ، بل تتلاشى ، سرعة الطائرات النفاثة التي تربو على ٦٠٠ ميل في الساعة بالنسبة لسرعة سباح أجرام السماء أو الفضاء .

والأرض منذ القدم تتناقل نحو الشمس وتهوى إليها ،

إلا أن دورانها السريع هذا يولد قوة طاردة مركزية تعادل تماماً
 قوة جذب الشمس لها . وعلى ذلك فإن الأرض (أو أى جرم
 فى الفضاء) يمكن أن يشبه إلى حد كبير بالحجر الذى يلف فى
 طرف خيط مشدود إلى اليد ، فالذى يحول دون انطلاق الحجر
 فى اتجاه العمود للمنحنى الذى يرسمه فى أية لحظة هو قوة الشد
 فى الخيط . ولكن فى هذا المثال البسيط يتحرك الحجر فى مسار
 دائرى مركزه اليد ، وهى حالة لا تتوفر فى مسارات الأجسام
 فى الفضاء ، إلا أن النظرية ذاتها يمكن أن تطبق دائماً مهما اختلف
 شكل المسار . والذى يجب أن نلفت إليه الأنظار أنه لا لزوم
 لتوفر القوة الدافعة على الحركة مادام الجسم يسمح فى الفضاء ،
 وإنما تنحصر العقبة بكل بساطة فى توفير الحالة التى تلائم ابتداء
 تلك الحركة ، ومعنى ذلك الحصول على السرعة الملائمة فى المكان
 والزمان المناسبين ، ونحن قد نتصور إما كان تمام ذلك بإطلاق
 قذيفة فى اتجاه معين يكون لتقدير سرعتها الابتدائية الاعتبار
 الأول كما فعل جول فيرن ، إلا أن الأفضل كما رأينا هو ألا تبلغ
 السرعة حداً الأقصى فجأة ، ويلزم أن تزداد السرعة تدريجياً .
 وتتطلب الحاجة الماسة إلى الوفرة فى استهلاك مواد الوقود توفير
 عجلة تزايدية كبيرة للوصول سريعاً إلى حدود الحركة المطلوبة .

وهذه هي الفكرة الأساسية المستخدمة الآن ، إذ تبدأ الحركة من حالة السكون على الأرض ثم تزداد السرعة كثيراً . ويتم كل ذلك باستخدام السفن الصاروخية المتعددة المراحل . والمحدد الأول لطبيعة المسار هو السرعة النهائية التي تجمعها السفينة والزواية التي ينطلق عليها الصاروخ . وعندما يتم بناء محطات أو عندما تستخدم سفن الفضاء النرية تختلف القصة .

وحينما نستعرض بعض ما تعلمناه في مسائل الحركة من أن مسار أى قذيفة في الهواء هو قطع مكافئ - بارابولا - نجد أن هذه النتيجة خاطئة وأساس الخطأ فيها افتراضنا أن الأرض مستوية غير منحدية . وعادة يمكن التجاوز عن الخطأ الناجم عن مثل هذا الافتراض في حالات المسافات الصغيرة فقط ، ولكن عندما نعالج مسائل الفضاء يلزم حتماً أن نعتبر الأرض كرة ، وعندئذ يصير مسار القذيفة أهليلج أو قطع ناقص ، يحتل مركز الأرض إحدى بؤره .

وعندما بدأت التجارب تجري في هذا العصر كانت السرعة النهائية صغيرة نسبياً فألقت بالصواريخ في مسارات من القطعات الناقصة الصغيرة التي قابلت سطح الأرض على بعد بضع مئات الأميال فقط من نقطة الإطلاق . وطبيعى أنه كلما زادت السرعة

تمكن الصاروخ من قطع مسافات أكبر ، حتى يصل إلى السرعة
التي بها يستطيع أن يدور حول الأرض ويعود إلى نقطة إطلاقه .
أما إذا استمر ازدياد السرعة بعد ذلك يزداد اتساع القطع
الناقص تدريجاً حتى يصل الصاروخ إلى أى علو مطلوب —
كبعد القمر مثلاً — ويدور ليعود إلى نقطة إطلاقه إذا لم
تدخل عوامل أو قوى أخرى . وهكذا نرى أنه في جميع
الظروف لا تتحرك سفن الفضاء ولا أجرام السماء في خطوط
مستقيمة سواء دفعها المحركات النفاثة أو لم تدفعها ، فإن الفضاء
الكوني لا يعرف الخطوط المستقيمة .

والصاروخ الذي يرسل ليدور من حول القمر ويعود —
أو ساعي القمر إذا شئنا أن نطلق عليه هذا الاسم —
هو ولاشك من النوع الكبير المكون من ثلاث أو أربع
مراحل على الأقل ، إذ أن المرحلة الأخيرة يجب أن تكتسب
سرعة فائقة ، أكبر بكثير من سرعة القمر الصناعي الذي يسبح
على علو عدة مئات الأميال من سطح الأرض . وكما قدمنا كلما
اكتسبت المرحلة الأخير سرعة أكبر (تزيد على ١٨ ألف ميل
في الساعة) كلما اتسعت أقطار القطع الناقص الذي تسلكه هذه
المرحلة ، وتبتمد بذلك على نقط هذا المسار عن الأرض

(أو الأوج) حتى إذا ما قاربت السرعة حدود ٢٥ ألفاً من الأميال في الساعة تحرر الصاروخ نهائياً من قبضة الأرض ، ومرفق إلى الفضاء الفسيح ليصبح كأحد أفراد المجموعة الشمسية التي تسبح حول الشمس ، أى كوكباً صناعياً . وهذا عين الذي حدث لبعض ما أطلق من سماء القمر .

ولما كان بعد القمر عن الأرض هو ٢٤٠ ألفاً من الأميال على وجه التقريب ، يلزم ألا نكتسب المرحلة الأخيرة بسرعة أكبر من القيمة اللازمة للخروج من قبضة جذب الأرض . وقد وجد أنه إذا ما بدأ الصاروخ الأخير مرحلته بسرعة ٢٣٩٠٠ ميل في الساعة تصبح أبعد نقط مساره من الأرض على علو ٢٨٠ ألفاً من الأميال ، أى يصير الأوج أكبر من بعد القمر ، ولا يبقى إلا أن تختار لحظة الإطلاق بدقة وعناية بحيث يدور الصاروخ حول القمر ، ثم يعود قافلاً إلى الأرض .

وبطبيعة الحال لا يسير مثل هذا الساعى بسرعة منتظمة ، فهو عندما يسارع إلى القمر إنما يقاوم في الوقت نفسه جذب الأرض له ، مما يسبب تناقصاً في سرعته . وعلى ذلك نجد أنه كلما ابتعد الساعى عن الأرض كلما قلت سرعته ، حتى إذا ما دنا من القمر دار من حوله بسرعة قد لا تتجاوز مئات الأميال

في الساعة ، ومن بعد ذلك يشرع الساعى في الاقتراب من الأرض والوقوع تحت طائل جاذبيتها من جديد ، فزداد سرعته زويداً زويداً ، حتى إذا ما وصل أقرب نقط مساره منها (أو الحضيض) تكون سرعته قد بلغت ٢٢٩٠٠ ميلا في الساعة مرة أخرى . ويستغرق ساعى القمر خلال الرحلة الكاملة على هذا النحو ١٥٧ ساعة ، أو ما يعادل ستة أيام ونصف يوم ، يستنفذ منها ٥٠ ساعة في الدوران من حول القمر .

وعندما يدنو الساعى من القمر يضطرب مساره بعض الشيء ، أو هو قد ينحرف قليلا ، تحت تأثير جذب القمر له . وبطبيعة الحال يعمل العلماء حساب هذه الظاهرة في التقديرات الدقيقة للحظة إطلاق الساعى ، إذ قد ينحرف المسار بدرجة يقات معها إلى خضم الفضاء الفسيح ولا يعود أبداً . ويسر العلماء بحق أن الساعى يستغرق زهاء ٥٠ ساعة بجوار القمر أو على كسب منه ، فتراهم يعتمدون إلى تزويده بالآلات التصوير التليفزيونى ومعدات الإذاعة ليدهم بالمعلومات الواقية عن القمر . ولعل على رأس هذه المعلومات كلها تصوير وجه القمر الذى لانراه كما قدمنا .

وفى العادة لا يزيد وزن (البضاعة) التى يمكن أن تحملها

السفينة الصاروخية على جزء صغير من وزن السفينة نفسها .
ويتركز أغلب هذا الوزن في كميات الوقود الهائلة التي تستخدم ،
إلا أنه أمكن إدخال تحسينات عديدة ، كما تستخدم قاعدة
المتدرج أو تعدد المراحل ، وتحسين نوع الوقود الخ
كما أن الاحتكاك بطبقات الجو الدنيا السميكة يتطلب الخروج
منها على عجل . ولقد أدت كل هذه الاعتبارات إلى التفكير
في اتخاذ وسيلة أخرى أوفر وأسهل لارتداد الفضاء الكوني ،
وذلك ببناء محطات الفضاء ، خصوصاً وأن مثل هذه المحطات
يمكن أن تقوم بتموين سفن الفضاء بما يلزمها من وقود وزاد
وعتاد . وقريباً سوف تحمل السفن الصاروخية التي يمكن
إعادتها إلى الأرض المعدات اللازمة لبناء أول محطات الفضاء ،
وذلك في سلسلة رائعة من الرحلات ما بين سطح الأرض
ومشارف الفضاء الكوني القريب .

أما محطة الفضاء فهي غالباً ما ستكون على شكل حلقة كبيرة
مفرغة — شكل (١٤) لا يقل قطرها عن ٢٥٠ قدماً ، تدور
حول الأرض أو الأرض والقمر معاً . والمفروض أن يتم بناء
سفن الفضاء على مثل هذه المحطة ، وذلك بأن ترسل الأجزاء
المختلفة للسفينة على دفعات عديدة بسفن صاروخية متعددة



شكل (١٤) سوف تدور محطات الفضاء التي على غرار هذه المحطة بمن فيها من الركاب حول الأرض والقمر معا .

المراحل تنثرها على ارتفاع تلك المحطة حيث تظل تسبح حتى يجمعها العمال وهم يرتدون ملابس الفضاء ويتمون تركيبها .
وإن اختفاء معالم الجاذبية التي تعودها البشر على الأرض

تكون له بعض المتاعب بسبب اللبس في بعض الحواس . فالعمال
برغم تحركهم بسرعة مثل ١٨٠٠٠ ميل في الساعة تسقط عنهم
فكرة الأوزان ، وهذه فقط اولى الصعوبات التي يتعرضون لها .
ولكن ما قيمة ذلك بالنسبة لما يشاهدون ؟ إن المزايا التي
يكسبها رجال محطة الفضاء تفوق حدود الوصف والخيال :
فهم مثلاً عندما يسلطون منظاراً فلكياً على الأرض وأهلها
يمكنهم أن يكشفوا كل ما يجري في هذا العالم من حولت ،
وعلى الأخص تجمعات الجيوش وحشود الأساطيل ونحوها . . .
فإنها كلها تبدو واضحة جلية . ولهذا السبب سيكون لمحطة الفضاء
قيمة حرية فريدة ، وإن الدولة التي تسبق في بناء محطة الفضاء
سوف يكون لها حتماً السيادة على الأرض ومن فيها .

ولقد بنى فون براون إحدى المحطات واختار فلكها لهذا
الفرض بالذات ، فجعل المسار ينحني من الجنوب إلى الشمال ،
وتم المحطة دورتها فيه خلال ساعتين فقط ، على حين تدور
الأرض في الاتجاه المعاكس ، وبذلك يتم كشف كافة أرجائها
من تلك المحطة . أما من وجهة نظر العلم البحتة فربما كان أي
مسار آخر أفضل ، على أننا لا نتذكر أن مثل ذلك المسار الذي
يمر بالقطين يعطى الفرصة السانحة لأصحاب محطة الفضاء التي

تسبح فيه ليجمعوا معلومات لا حصر لها بخصوص تجمعات السحب المختلفة في جو الأرض ، وبذلك يرجح علم الرصد الجوي ربحا وفيرا . ومهما يكن من شيء فقد بدى فعلا بتصوير السحب المثارة في جو الأرض بالأقمار الصناعية (*) وتوقيعها على الخرائط ، وربما أمكن ضبط التنبؤات الجوية بدقة ملحوظة في ظل هذه الأرصاد أو مدقاتها بشكل ظاهر مفيد . وربما تكون أهم المسارات قاطبة تلك التي تقع على مستوى خط الاستواء أو بالقرب منه ، فإن محطات الفضاء التي تسبح في مثل هذه المسارات يمكن استخدامها في إعادة الإذاعات اللاسلكية والتليفزيون . وتكفي ثلاث محطات فقط لتتابع الإذاعة على كافة أرجاء الأرض .

والأرصاد التي تجمعها محطات الفضاء لها مزايا علمية فريدة ، لأن الغلاف الجوي المحيط بالأرض له تأثيره السيئ على أغلب الأرصاد المأخوذة من على سطح الأرض ، فهو يحجب عنا كثيرا من أشعة الشمس فوق البنفسجية ويصفىها ويحول دون دراستها ،

(*) تقوم مصلحة الأرصاد الجوية بالقاهرة بجمع مثل هذه الصور على سطح الأرض بعد إعدادها بمعرفة المختصين في الأقمار الصناعية .

وكذلك الحال مع الأشعة الكونية . كما أن العلوم الفلكية سوف تحظى بتقدم مرموق ، ولما كانت جميع الأجسام هناك لا وزن لها فإنه يمكن تشييد مناظير عظيمة تسبح في عزلة في الفضاء ويتم الإشراف عليها من محطة الفضاء التي على كسب منها . ومجمل القول أن تشييد محطات الفضاء سيمنح العلماء مغام ومزايا لا حصر لها ، ولكنها قد تكون قليلة بالنسبة للأخطار والأهوال التي تنتظر رواد الفضاء الأول !

ومهما يكن من شيء فقد تم جمع معلومات وفيرة عن الفضاء الكوني وإمكانات الحياة في سفن الفضاء عن طريق الأقمار الصناعية التي نجح إرسالها حتى الآن . ومن آخر هذه المعلومات ما جمعه سفينة الفضاء الروسية التي أطلقت يوم الخميس ٩ - ٣ - ١٩٦١ واستعيدت من الفضاء الخارجي بعد أن حملت معها الكلبة (بلاكي) وعدداً من فيران التجارب البيضاء والسوداء ، وأنواعاً شتى من الحشرات وبذور النبات وغيرها من أفراد مملكتي الحيوان والنبات . فقد أمضى الركاب هذه الرحلة في حالة صحية جيدة ، ولم تتأثر الكلبة من حالة اعتماد الوزن كما ثبت بمراقبتها بجهاز تليفزيوني . فهل حلت

روسيا وأمريكا نهائياً مشكلة سفر الإنسان إلى الفضاء ؟
لقد أطلقت روسيا رجل الفضاء وعاد سالماً .

ولاشك أن رحلة جاجارين في ١٢ أبريل عام ١٩٦١ ، تلك
الرحلة التي تضمنت إرسال سفينة فضاء تحمل يوري جاجارين
إلى الفضاء القريب [أو أعلى جو الأرض] ثم إعادته سالماً إلى
قطر معين ، تعتبر في حد ذاتها الخطوة الحقيقية التي وضعت حداً
لأكبر مواطن الضعف في جميع محاولات البشر في هذا الصدد .
وهي إن دلت على شيء فإنما تدل على أن الإنسان إنما يقترب
حقيقاً من تحقيق السفر عبر الفضاء الكوني ، بعد أن توفرت
لديه أجهزة التوجيه الدقيقة والحساب السليم والوقود اللائق ،
وهكذا يبدو أن المشكلة قد دخلت في مرحلة الحل النهائي .

وسوف يلي ذلك بطبيعة الحال عدة محاولات أخرى من أجل
توفير العدد الكافي من رجال الفضاء ، ثم بناء محطة الفضاء التي
تعتبر بمثابة المرفأ أو الميناء الذي تبدأ منه رحلات الفضاء إلى
الكواكب في المستقبل القريب ، ولكن أغلب هذه المحاولات يحاط
بالكتمان لأسباب عديدة ، ونحن لانكاد نعرف إلا بعض نتائجها .
ولقد اختير جاجارين اختياراً خاصاً من بين آلاف
المتطوعين ، وذلك لأن نقطة الضعف الحقيقية في أسفار الفضاء

مصدرها العنصر البشري . وقد حصل جاجارين على قدر من الخبرة جعله ينتكر التمارين التي تتيح للجسم اللياقة البدنية لكي يقاوم مشكلات السفر عبر الفضاء وأهواله ، كالعرض للعجلات الكبيرة وحالة انعدام الوزن والاهتزاز الشديد ... والمفروض أن يقاوم رجل الفضاء هذه الحالات بشق الطرق وعلى رأسها قوة الإرادة . والألعاب الرياضية من خير ما يعين المرء على تحمل مثل هذه الحالات ، فهي تزيد من مرونة عضلات الجسم وصلابته وقوة احتماله . ومن وسائل الرياضة المستخدمة الانزلاق على الجليد والسباحة والجري والنط والفوس في الماء إلى أعماق يزداد فيها الضغط على الجسم بشكل ظاهر، والتعرض للمفاجآت . ويمنع رجال الفضاء عن التدخين وشرب الخمر ونحوها .

ولعل رجل الفضاء الثاني هو الأمريكي آلن شبرد الذي أرسل في ٥ مايو ١٩٦١ داخل مركبة فضاء وزنها ١٦ طن . وقد حلقت هذه المركبة لمدة ١٥ دقيقة في جو الأرض ، فوصلت إلى ارتفاع ١١٥ ميلا ، كما قطعت مسافة ٢٩٠ ميلا صوب الجنوب فوق المحيط الأطلسي ، ووصلت سرعتها حدود ٥ آلاف ميل في الساعة . وانتشل آلن من الماء بواسطة طائرة هليكوبتر .

طب الفضاء

نقطة الضعف الحقيقية في موضوع السفر عبر الفضاء
الكوني بآنت هي العنصر الإنساني وحده ، لأنه
لا يستطيع أحد أن يقدّر تماماً كيف يتصرف الإنسان وهو في
الفراغ . ومهما كانت قدرته على التحمل ، ومهما بلغت قوى
التأقلم أو التعود فيه بالخبرة والمران فهل هو يستطيع حقاً أن
يعيش طويلاً معرضاً لخواص الفراغ وظواهره كانهدام الجاذبية
أو تحت تأثير عجالات التزايد أو التناقص بفرض اكتمال حياته
من الشهب والأشعة الكونية ؟

إننا سمعنا عن الكائنات الحية كافة التي حملتها الصواريخ
والأقمار الصناعية إلى الفضاء حيث فقدت أوزانها ، إلا أنه يلوح
أنها كانت سعيدة حقاً ، ولكن هل تعطي هذه التجارب فكرة
صحيحة عن طول تأثير تلك الحالات على أي فرد من البشر يحفظ
بتوازنه وشعوره ؟ يؤكد الأطباء الاختصاصيون بأن الخطر ليس
جسماً . ولكن لزيادة الضمان سوف تعمل ترتيبات خاصة في محطات
الفضاء وما على شاكلتها لتوليد جاذبية صناعية . ولعل أبسط

الطرق لتحقيق ذلك استخدام الأحذية المغناطيسية (كما في فيلم أبطال القمر) ، إلا أن الأغلب أن تعطى المحطة حركة دوران بطيئة حول مركزها ينجم عنها قوة طاردة مركزية تعوض ما ألقناه على الأرض من تناقل إليها ، مهما كانت تلك القوة صغيرة بالنسبة لجذب الأرض . وهكذا سوف يستطيع عمال المحطة وروادها أن يقسموا فراغهم مرة أخرى إلى فوق وتحت ، حتى لو كانت كلمة فوق بالنسبة إليهم تعنى نحو مركز السفينة وكلمة تحت تعنى إلى خارجها أو بعيداً عن المركز !

وأغلب المشكلات التى يثيرها السفر بالصواريخ تدرس من الوجهة التطبيقية ضمن برامج مدارس طب الطيران التابعة لسلح الطيران أو كليات الطب* ، حيث تتم دراسات تأثير المعجلات السريعة التى يتعرض لها الركاب خلال اللحظات الأولى من إطلاق الصاروخ ، وذلك بإجراء التجارب على نمر من المتطوعين — راجع شكل (١٥) — وعادة يعرض المتطوع لقوة طاردة مركزية تزداد إلى أضعاف قوة جذب الأرض ، وفى خلال ذلك يقاس النبض والتأثيرات العضلية ومعدل التنفس

(*) كما هو الحال فى كلية طب القاهرة .



(شكل ١٥) حالة تبين فعل ابتداء ازدياد السرعة داخل الصاروخ وعوامل أخرى حيوية يتم تصويرها كلها أثناء التجربة . ويعطى شكل (١٦) جانباً من نتائج بعض التجارب التي أجريت لدراسة تأثير العجلات ، ومنها ما أجرى في الطائرات الصاروخية . ولقد أمكن الجزم بأن الشخص العادي السليم تماماً يمكن أن يتحمل قوى تبلغ أربعة أضعاف قوة جذب الأرض دون أن يصاب بسوء . وعندما تبلغ القوة خمسة أضعاف الجاذبية الأرضية



(شكل " ١٦)

(أ) تمت تأثير عجلة تعادل أربعة أمثال عجلة جاذبية الأرض تتناقل العضلات كأنما تجذب جذبا إلى القدمين ، ويتلاشى النظر من أطراف العينين .
 (ب) تمت تأثير عجلة تناقل تعادل خمسة أمثال عجلة جاذبية الأرض يبدأ النظر في التلاشى من أجزاء العين المركزية : ويظهر أثر التناقل على الجفون والشفاه والفك فتبدل إلى أسفل .

يصبح التنفس عسيراً ويفقد البصر ، وبعد عدة ثوان يفقد الفرد إحساسه إذا كان يجلس معتدلاً أثناء التجربة . أما إذا كان راقداً فإن احتمال الجسم لهذه الحالات يزداد كثيراً . وقد تحمل نفر من المتطوعين المختارين اختياراً خاصاً قوى زادت على عشرة أضعاف الجاذبية الأرضية لمدة دقيقتين أو ثلاث دقائق وهم رقود .

وفي الصواريخ متعددة المراحل تكون العجلات ، ومن ثم القوى الناتجة عنها ، من النوع الذي يزايد سريعاً جداً لمدة قصيرة . ويتكرر التعرض لهذه العجلات كلما انفصلت درجة من درجات الصاروخ بعد أن تستنفذ وقودها . ومعنى ذلك أن الوضع الطبيعي للسفر عبر الفضاء الكوني لن يحتمل ركوب أى شخص كان ، بل سيقصر على الأكثر صحة وتحملاً .

ومن الطيارين من حلقوا في طائرات صاروخية إلى ارتفاعات شاهقة بسرعة كبيرة ، زادت على ١٣٠٠ ميل في الساعة وتلاشت معها الجاذبية خلال فترات خاصة . وانعدام الجاذبية من أكبر أتعاب الفضاء إذ يفقد المرء معه إحساسه لما ألف على الأرض ، وقد سبق أن ذكرنا أنه يمكن توليد جاذبية صناعية عن طريق القوى الطاردة المركزية .

والمعروف أننا على ارتفاع نحو ١٥ ميلاً نكون قد تخلصنا من نحو ٩٨ في المائة من كتلة الغلاف الجوى تحتنا ، ذلك الغلاف الذى يبلغ من السمك والكثافة القدر الكافى لحجز اغلب الأشعة فوق البنفسجية التى ترسلها الشمس والتى نشاهد بعض آثار ما يتفد منها إلى سطح الأرض عندما نعرض أجسامنا لها ، ولكن هل نحن نعرف حقاً ونحن نأخذ حمامات الشمس أن

سواد تلك الأشعة (التي تكسب أجسامنا ذلك اللون البرزى
الجذاب) فذاك للخلايا الحية ضار للجسم ؟ نعم إنما في أعالي جو
الأرض أو في الفضاء يجب علينا أن نحمل أجسامنا من هذه
الأشعة ذات الأمواج القصيرة القاتلة ، فنعمد إلى استخدام
عدسات خاصة للنظر وإلى لبس حلل الفراغ . ويبدو أنه سيكون
من الضروري أن يعيش رواد الفضاء في غرف مصمتة داخل
محطات الفضاء وسفنه ، تحت أضواء صناعية .

وربما تسهل سبل الحياة هناك تحت تأثير عمليات تكيف
الهواء وتنظيم درجات الحرارة . ولكن يجب ألا ننسى أن كل
فقاعة من ذلك الهواء إنما تجلب من الأرض ، وكذلك الماء
والغذاء وكافة مستلزمات الحياة . ولهذا فقد رسمت الخطط
لاستمرار تنقية الهواء والنخلص من الفضلات ، إلا أن هذا
وحده لا يكفي إذ يلزم استمرار ورود المدد وتخزينه من الأرض
في محطات الفضاء .

وقد يستخدم الإشعاع الشمسى بدلا من الوقود في توليد
الكهربا اللازمة للمحطة ، وذلك بأن تركز أشعة الشمس
بواسطة مرآيا عاكسة لامة على أنابيب بها زئبق لا يلبث أن يغلى
ويولد القوى المحركة المطلوبة . ويمكن أن تكسب أبخرة الزئبق

مرة أخرى ، وذلك بحملها إلى جانب السفينة أو المحطة الذى لا يواجه الشمس حيث تنشط عمليات الإشعاع الحرارى إلى الفضاء وتكون درجات الحرارة منخفضة جدا .

وتنحصر مشكلة تصميم حلة الفراغ فى أمر وجوب تنظيم درجات الحرارة والرطوبة داخلها . والحق أنه لن يقدم على استخدامها أول مرة إلا كل مغوار شجاع . ومن ألوان الخبرة الخفيفة ما يتعرض له عامل الفضاء عندما يخلق فيه منفردا وقد انعدمت لديه الحيل وتبدلت السبل ! فلا قيمة مثلا لمطرقة كبيرة بعد أن فقدت وزنها هناك . ولا بد من استحداث طرق وأجهزة هندسية لأعمال الميكانيكا فى الفضاء . وحتى ذلك المسدس النفث الصغير الذى يستخدمه عامل الفضاء للحركة والانتقال ، يجب الحذر والاقتصاد فى استخدامه ، فإن أى خطأ فى توجيهه قد يؤدى إلى سحب صاحبه بعيدا فى أعماق الفضاء ، أو جملة يدور على نفسه كنهلة الأطفال عندما تدور سواء بسواء .

وهناك فى ناحية الأجسام المتناهية فى الصغر التى فيض بها الفضاء الكونى تأتي الأشعة الكونية التى نجعل كثيرا من خصائصها المضارة . ولهذه النويات الذرية التى تهب من الشمس ومن أعماق الفضاء أوزان ضئيلة جدا ، إلا أن سرعتها تبلغ

آلاف اضعاف سرعة الشهب ، وتقارب سرعة الضوء . ويتم امتصاص أغلبها في جو الأرض العلوى ، غير أن تصادمها مع مكونات الهواء (غازاته) يسبب انبعاث إشعاعات ثانوية ضارة . ومن هذه الإشعاعات الثانوية الضارة ما يستطيع اختراق الأجسام السميكة الصلبة . ولما استخدمت الأقمار الصناعية التي أطلقت لنحلق في الفضاء الكونى وتصبح فيه لجمع معلومات قيمة عن الأشعة الكونية اكتشفت أحزمة برمتها من هذه الأشعة حول الأرض في الفضاء القريب منها ، وسيبقى يانها فيما بعد . وتدل نوى العناصر الداخلة في تكوين الأشعة الكونية على عمليات ضخمة تجري في بعض أرجاء الفضاء البعيد ، وتؤدي إلى زيادة طاقة تلك النوى إلى درجة عظيمة جدا . وتتيح أرصاد هذه الأشعة فرصة دراسة الكون على نطاق أوسع وإلى مسافات شحيحة في أعماق الفضاء خارج نطاق المجموعة الشمسية ، أما الأشعة الكونية التي منشؤها انفجارات الشمس وبراكينها فهي تتألف من نوى طاقتها قليلة نسبيا . وتبلغ طاقة جسيمات هذه الأشعة في كثير من الحالات بضعة آلاف الملايين ، بل ربما عشرات آلاف الملايين من الإلكترون فولت ، وقد تزيد على ذلك كثيرا فتصل إلى بليون الكترون فولت ، مما يزيد احتمال افتراض

أنها تقبل من خارج الكون ، وتزداد سرعتها بتأثير جذب الكون لها . ولما كانت هناك مجالات مغناطيسية في الفضاء الخارجى للأرض ، نجد أن جسيمات الأشعة الكونية تنحرف عند مرورها في هذه المجالات ، وينشأ عن ذلك حجز الجسيمات الأولية للأشعة الكونية التي تحمل شحنات كهربية ، أو سلوكها طرعا منحرفا منحرفا كليا ، مما يجعل من العسير حقا تتبع خطوط سيرها والوصول إلى منابعها عندما تصل إلى سطح الأرض .

ولا يصل سطح الأرض من هذه الأشعة إلا النذر اليسير ، فالسنتيمتر المربع الواحد يستقبل في المتوسط جسيما واحدا منها فقط في الثانية ، بينما يمتص السواد الأعظم في مداخل الجو العليا . وإذا ما نجحنا في العثور على الفوتونات ، فإنها نظرا لتحركها في خطوط مستقيمة سوف تبيننا أكثر من أى شئ آخر في الكشف عن المكان الذي تقبل منه الأشعة الكونية ..

ومن العناصر التي تدرس كذلك ضمن برامج طب الفضاء قص الضغط الجوى ثم اختلافات درجة الحرارة بمقادير لا تستقيم معها الحياة . فعلى سطح الأرض قد يهبط الضغط الجوى عن متوسطه الذى يعادل ١٠١٣ مليار ، إلا أنه لا يتعدى في هبوطه هذا مدى ٥٠ ملييارا عن المتوسط في قلب أكبر

الأعاصير المدمرة . أما الارتفاع إلى قمة الجو فعناه النقص السريع في الضغط الجوى : فعلى علو ٢٢ كيلومترا نكون قد تخلصنا من نحو ٩٨ في المائة من وزن الغلاف الجوى بأكله ، وعلى علو ٢٠٠ كيلو مترا يصل الضغط إلى أجزاء معدودات من عشرة ملايين جزء من قيمته عند السطح ، وهكذا يستمر التناقص في الضغط مع الارتفاع حتى نصل إلى قرب الفراغ التام على بعد عدة مئات الكيلومترات من سطح الأرض . ولما كان غليان السوائل ، ومنها الدم ، يتوقف على الضغط المحيط به أو الواقع عليه ، نجد أنه كلما انخفض الضغط قلت درجة الحرارة التى يتغلى فيها الدم . فعلى ارتفاع نحو ١٩ كيلو مترات فقط يغلى الدم فى درجة حرارة الجسم العادية وهى درجة ٣٧ سنتجرادا . ويؤدي غليان الدم هذا إلى تمزق الأوعية الدموية وانفجارها ، ومن ثم الإخلاء فالموت السريع فى مدى قد لا يتجاوز ٣٠ ثانية .

وعلى الأرض أيضا قلما تعلو درجة الحرارة فوق ٥٠ درجة سنتجراد حيثما يمر خط الاستواء الحرارى، كما أنها قلما تنخفض تحت ٢٠ درجة تحت الصفر فى أواسط سيبيريا فى الشتاء. ولكن على كسب منها فى طبقات الجو العليا قد تبلغ درجة الحرارة بضع

مئات الم درجات الكيناماتيكية - أى التى لا تحدث أثرًا يذكر (*) وإنما يعبر عنها بحركة جزيئات الغاز - . وعلى سطح القمر حيث لا يوجد الماء ويكاد ينعدم الهواء تصل درجة الحرارة وقت الظهيرة إلى أكثر من ١٠٠ درجة سنتجراد . أما أثناء الليل فهى تهبط إلى حدود ١٥٠ درجة تحت نقطة الجليد . ولمثل هذه الأسباب يعزل رواد الفضاء داخل مركبات أو حلل محكمة الإغلاق ، يعيشون فيها تحت ضغوط جوية مناسبة ودرجات من الحرارة والرطوبة ملائمة .

أما أخطار الشهب التى تهيم فى الفضاء الكونى القريب فهى تبدو غير جسيمة ، ويدل الإحصاء الرياضى على أن احتمال اعتراضها سبيل محطات الفضاء وسفنه هو احتمال صغير رغم أنه عظيم الخطر جداً . وقد اقترح الأستاذ ويل - الحجة فى مادة الشهب بجامعة

(*) لانهاس درجة الحرارة هناك مجرد وضع ترمومتر زئبقى فى صاروخ الفضاء ، بل يجب أولاً أن نحصى الأجهزة من أشعة الشمس المباشرة ، ثم علينا بعد ذلك أن نقرأ درجة الحرارة كإشارة كهربية . ويتم ذلك بواسطة ترمومتر مقاومة صغير ، تغير مقاومته لمرور التيار الكهربائى الذى تولده بطاريات الصاروخ أو القمر الصناعى تبعاً لتغير درجة الحرارة . وتؤثر هذه التغيرات على ذبذبات الإشارات اللاسلكية التى يذيعها جهاز الإرسال .

هارفرد — أن تحصن المحطات والسفن بغلاف من المعدن ، فلا تصل جسيمات الشهب إلى هيكلها الداخلى إلا بعد أن تستنفذ كل طاقتها فى اختراق هذا الغلاف . أما فرصة التصادم مع النيازك فهى فرصة صغيرة جدا إلى حد لا يكاد يذكر . ويبدو أنه لا توجد علاقة ظاهرة بين النيازك وأسراب الشهب ، إلا أن أسفار الفضاء ستظل محفوفة بأخطار النيازك مهما صغر احتمال التعرض لها .

سفينة الفضاء الذرية

لميسة ملاحه الفضاء بالأمم المتحدة ، ففي سفن الفضاء لا يوجد أفق يمكن أن ترجع إليه مواقع النجوم ، ولا جاذبية يمكن أن تعين على تعيين الوضع الرأسى أو تلبسته . وتبدو الأرض عن بعد كنجم لامع وسط الفضاء المظلم ، ولا يفشى السفينة ليل أو نهار ، ويسود ركبها الملل ، فهم لا يشعرون بحركتها ...

والذى يقال الآن إن سفينة الفضاء التى تهلح فى الاتجاه المرسوم بالسرعة المقدرة تماما تصل إلى هدفها بنجاح . وبالرغم من أن هذه هى الحقيقة ، إلا أننا لا نستطيع أن ننقل الأخطاء التى قد يتعرض لها المسار بسبب الانحراف عند الابتداء عن الاتجاه المرسوم أو السرعة المقدرة ، هذا إلى جانب إغفالاتنا مالمسائر الكواكب من تأثيرات خاصة على أى مسار . ويمكن إتمام حساب هذه التأثيرات كلها بآلات حاسبة الكترونية ، وذلك إما قبل البدء فى الرحلة أو خلالها وهو الأفضل . ومع ذلك فقد لا تجدى هذه الحسابات ولا تفيد إذا ما عظم الخطأ فى الابتداء ،

وعندها تمرق السفينة إلى أعماق الفضاء حسب قدر لها القدر وشاء !
وتتوقف سرعة أى سفينة من سفن الفضاء عند أى نقطة فى
مسارها على بعد هذه النقطة عن الشمس ، وكذلك على مقدار
انحناء المسار عند هذه النقطة . فثلاً إذا سلكت سفينتان مساراً
واحداً وكانت إحداها وراء الأخرى فإنه يستحيل على السفينة
الخلفية اللحاق بزميلتها مع احتفاظها بنفس المسار بمجرد زيادة
سرعتها ، لأن أى زيادة فى السرعة معناه حتماً إخراجها من
مسارها إلى مسار أكبر أكثر بعداً عن الشمس ! ومعنى ذلك
أن مجرد الانتقال من نقطة إلى أخرى فى الفضاء الكونى مسألة
معقدة ، ربما لاتحل بمجرد إدارة دفة السفينة إلى اليمين أو اليسار ،
أو إلى أعلى أو أسفل ، أو زيادة السرعة أو تقليلها . فسفينة الفضاء
لا تعدو كونها جرماً سماوياً ، وعليها أن تحدد الوسيلة التى يمكن
بها أن تستخدم القوى الملائمة فى الاتجاه الملائم خلال الزمن
الملائم لتحصل على الحركة المطلوبة ! وعندما يتوفر لدينا الوقود
الكفء لهذه العمليات تهون هذه الأمور كلها ، وتصبح ملاحه
الفضاء شبيهة بالملاحه البحرية إلى حد ما .

بجمل القول إتناً لا نستطيع تماماً تحديد السرعة والاتجاه
اللازمين لانطلاق سفينة الفضاء بكل دقة لتصل إلى هدف معين ،

خصوصاً عندما تتجاهل جذب الكواكب الأخرى . وإذا كان
الوقود العادى هو الذى سيستخدم فى تغيير خط سير السفينة من
آن لآخر ، فإن معنى ذلك هو قطعاً استهلاك كميات وفيرة جداً
من الوقود ، مما حيز الاتجاه نحو استخدام الطاقة الذرية .

ولقد سبق أن اقترح سبتزر — أحد خبراء الصواريخ —
أن تستخدم جزئيات بعض الغازات المشحونة بالكهرية ، بحيث
يمكن إكسابها عجالات تزايدية لها قيمتها ، بطرق كهربية ،
ومن ثم دفع السفينة تحت تأثير هذه المعجلات مدة كافية . وأعطى
سبتزر هذا بعض الأرقام الجذابة فى هذا الصدد ، إلا أننا
لا نستطيع الجزم بصحتها تماماً .

فعلى سبيل المثال عندما نسقط من حسابنا سرعة محطة الفضاء
التي تبدأ منها السفينة رحلتها ، ونفكر أن السفينة بدأت فعلاً من
حالة السكون فقطعت فى نهاية الثانية الأولى مسافة قدرها ٦ بوصات
فقط ، فإن معنى ذلك أن عجلة التزايد هى ١/٦ من العجلة الأرضية ،
وبذلك يمكن للسفينة فى نهاية الساعة الأولى أن تقطع ١٢٢٠ ميلاً
وكما قدمنا نستطيع أن نقبل هذه النتيجة لأن الصعوبة الحقيقية
إنما تجيء عن طريق الصعود من سطح الأرض إلى خارج نطاق
غلافها الهوائى حيث تسبح الأقمار الصناعية ومحطات الفضاء .

وتستهلك هذه العملية اكبر كيات الوقود في موضوع اسفار
الفضاء بأسره .

وفي اللحظة التي تستطيع فيها السفينة أن تغلت من قبضة
الأرض وهي تسير حثيثاً تصبح كوكبا سيارا يسبح من حول
الشمس ، تماما كما تسبح الأرض أو اى كوكب آخر . ويبقى على
قائد السفينة أن يضبط سرعتها في الفضاء بحيث يصبح مسارها
قطعا ناقصا أدنى نقطة محطة الفضاء التي أقلع منها وأعلى نقطة تقع
على مسار المريخ في الفضاء . وبهذه الطريقة يمكن لسفينة الفضاء
أن تقطع نصف مسارها حول الشمس لتلتقي بمدار المريخ ،
إلا أن الرحلة يجب أن ترسم وتحسب وتنفذ بدقة وعناية
بحيث يتم التلاقى بين السفينة وكوكب المريخ وذلك بعد مضي
٢٦٠ يوما .

وعندما تستقر السفينة في الفضاء القريب من المريخ وتدخل
مجال جاذبه يكون على القائد ان يخفض من سرعتها بحيث تدور
حول الكوكب كنابج له على ارتفاع يضع مئات الأميال من
سطحه . وبطبيعة الحال لن يحاول القائد المبوط بسفينته على
سطح الكوكب ، بل إن المبوط سوف يتم بواسطة مركبة
صاروخية تحملها السفينة، وربما تم بأجنحة تمكنها من التحليق

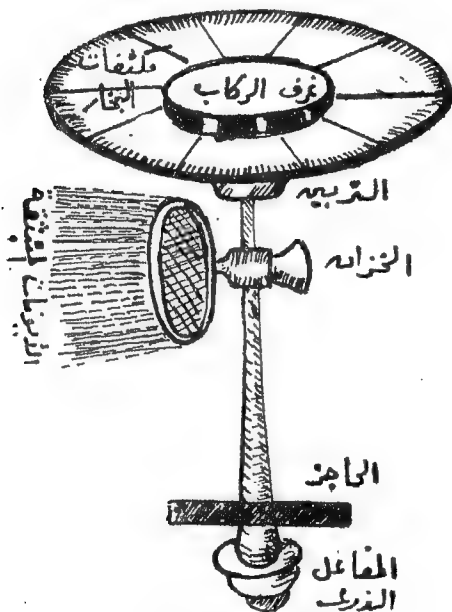
في جو المريح والمهبوط على سطحه ثم العودة إلى سفينة الفضاء بسلام في طبقاته السفلى السميكة نسبيا .

ورغم أن نفرا من العلماء لا يرى سيلا إلى استخدام الطاقة الذرية في أسفار الفضاء ويواصلون البحث عن ألحج أنواع الوقود السائل ، نجد جماعة أخرى من العلماء المتخصصين في بناء الصواريخ يحاولون استخدام الطاقة الذرية ، ويعتقدون أنها سوف تكون أعم نجاحا وأكثر فلاحا من استخدام الوقود السائل . وهم يؤكدون أن السفن الذرية سوف تكون أصغر حجما وأسهل قيادة وأطول مدى عن غيرها من السفن .

ومن أحدث التصميمات التي تمت خاصة بسفن الفضاء افترية تلك السفينة التي يحاول بناءها الدكتور إيرنست شتولنجر ، أحد خبراء مركز الصواريخ الأمريكي في هنتسفيل بولاية ألاباما . ولا تشبه هذه السفينة الصاروخ في شيء ، حتى ولا هي تبدو على هيئة الطائرة ، وإنما تأخذ شكل طبق كبير أو قصعة ، أو على وجه التحديد مظلة هائلة يبلغ قطرها عند فتحها ٢٥٠ قدما وللمظلة عصا في صورة عمود طوله ٢٥٠ قدما أيضا على النحو الممثل في شكل (١٧) .

ويقدر وزن مثل هذه السفينة بنحو ٧٥٠ طنا ، وهو رقم

يقل كثيرا عن الأرقام المقدرة لأصغر السفن المصممة على أساس الدفع بالوقود السائل . ويتضح من الشكل أن المفاعل الذري



(شكل ١٧) سفينة الفضاء الذرية

النرى يثبت في قاعدة العمود ، اما الأجزاء المعدة لإيواء الركاب والملاحين ونجوم فمكانها في القمة في وسط الطبق ، ويمكن أن تكسب حركة دائرية بحيث تتولد قوى طاردة مركزية تكفي لإعطاء الإحساس بوجود نوع من الجاذبية يعوض انعدام الجاذبية التي ألفها الناس على الأرض ، حتى لو كانت كلمة فوق وتحت في هذه الحالة تعنى إلى المركز أو بعيداً عنه . وهناك حاجز من الرصاص السميكة أعلى المفاعل النرى ، الغرض منه أن يحول دون تسرب الإشعاعات النرية من المفاعل إلى الركاب بصورة مباشرة . وتستغل الحرارة العالية التي يولدها المفاعل في تحويل زيت معدني ثقيل إلى غاز أو بخار يصعد خلال أنبوبة تجرى على طول العمود ليعمل على تحريك (ترين) أسفل المظلة . ويتصل (بالترين) مولد كهربى ، أى أن الطاقة النرية إنما تستخدم في توليد القوى الكهربائية على النجوى الذى لخصناه .

وأنت إذا ما أنعمت النظر في الشكل المرسوم وجدت أن قبة المظلة أشبه شيء بواء ضخم مفرغ لا يكاد يدخله البخار الذى يولده المفاعل النرى حتى يبرد سريعاً بالإشعاع إلى الفراغ . وسريعاً ما يتكاثف هذا البخار إلى سائل يتدفق إلى المفاعل

• ليعيد الدورة من جديد. أما المحرك النفث أو المحرك الصاروخي الذي يدفع سفينة الفضاء الذرية ويمكنها من السبح في الفضاء فهو يثبت في العمود على مسافة مناسبة من (التربين) والمولد الكهربى . وهو يختلف عن المحركات العادية اختلافاً كبيراً . فبينما تقذف محركات الصواريخ التى تستخدم الوقود الجاف أو الوقود السائل كميات وفيرة متواصلة من الغازات الملتهبة ، نجد أن هذا المحرك إنما هو مجرد ينبوع أو مصدر تنبثق منه جسيمات مشحونة بالكهرية بصفة مستمرة .

ويوجد خزان يملأ بمعدن قاعدى مثل السيزيوم ، ترفع حرارته إلى درجة تكفى لتحويل المعدن إلى بخار يندفع إلى غرفة خاصة ، لينبثق منها خلال شبكة من البلاتين الساخن كما هو ظاهر فى شكل (١٧) . وعندما يمر بخار السيزيوم خلال شبكة البلاتين الساخنة يتأين ، أو يتحلل إلى مركباته الكهرية ، وتستخدم الطاقة الكهرية التى يولدها (التربين) فى إكساب هذه الجسيمات المشحونة (أو الأيونات) سرعة كبيرة جداً ، بحيث تنبثق من المحرك بقوة عظيمة . ومعنى ذلك كله أن سفينة الفضاء الذرية سوف تنطلق لتنزع الفضاء الكونى باستخدام سيل من الأيونات السريعة الحركة .

وبطبيعة الحال تختلف الطرق الملاحية باستخدام نوع
الوقود ، ففي حالات السفن النورية يمكن أن يعمل المحرك حملا
متواصلا دون توقف طوال مدة الرحلة ، وهذه ميزة لها قيمتها
العظمى لدى ربانة سفن الفضاء . ولكن السفينة النورية لن تصل
إلى مدى سرعتها الكاملة إلا بعد مضي وقت طويل . ولهذا
السبب ذاتة سوف تستغرق رحلات الفضاء باستخدام السفن
النورية أزمنة أكبر بكثير من غيرها من السفن المعدة للرحيل
إلى المريخ أو الزهرة . والمقدر مثلا أنه بعد مضي ١٢٠ دقيقة
على الإقلاع من محطة الفضاء لا تكون السفينة النورية قد ابتعدت
عن المحطة بأكثر من عشرين ميلا . ولكن بعد مضي ١٠٠ يوم
تقضيها السفينة في السباح في حركة لولبية منتظمة تكون قد قطعت
نصف المسافة إلى القمر . وبعد هذه الفترة تكون سرعتها
قد وصلت القدر الذي يكفي للإفلات من قبضة الأرض فتستطلق
مسرعة إلى المريخ .

وعندما تدنو السفينة من المريخ يغير قائدها خط سيرها
لتسبح حول الكوكب كتابع له . وبطبيعة الحال لن يحاول
النزول بسفينته إلى سطح المريخ ، وإنما يكتفى بإرسال مركبة
صاروخية تحملها السفينة وتعمل بالوقود السائل ، مع إعدادها

بالأجحة اللازمة للسبح في جو المريح والنزول على سطحه
ثم العودة إلى سفينة الفضاء الذرية من جديد .

ويكاد يجمع خبراء الفضاء على أنه ليس من المنطق ولا من
الصواب في شيء أن ترسل سفينة واحدة من سفن الفضاء
في كل رحلة ، بل يجب أن يسير أسطول كامل من السفن قوامه
ست أو سبع سفن فضاء ذرية على الأقل . وبهذه الوسيلة يمكن
أن نحدد من عوامل الخطر ونقلل من قيمة الخسائر إذا ما أصاب
سفينة من السفن أى عطب أو سوء ، إذ يمكن أن تتعاون السفن
كلها في الخروج من أى مأزق . وليس من شك أن تسير عدة
سفن دفعة واحدة سوف يمكن مجموعة ضخمة من العلماء
المتخصصين في كافة فروع العلم من الكشف عن حقائق الفضاء
ومعالم المريح أو الزهرة دفعة واحدة ، وهو بيت القصيد .



من خصائص الفضاء القريب

لما كان مجال الأرض المغناطيسية تسرى خطوط قواه في الفضاء المحيط بالأرض وتقترب من سطحها عند خطي طول صفر و ٣٠ درجة غربا بسبب ميل المحاور المغناطيسية للأرض بالنسبة لمحور دورانها ، كان من الطبيعي ان يفترض بعض الناس أن تفجير القنابل النووية في أعالي الجو يمكن أن يولد من الجسيمات الأولية المشحونة بالكهربية كميات وفيرة يحثجزها مجال الأرض المغناطيسية(*) . وينجم عن ذلك أن تتكون قشرة رقيقة من الإلكترونات (أو الكهارب) التي تُغلف جو الأرض العلوى وتقترب من سطحها في بعض الجهات .

هذا الرأي الرائع الخلاب من وجهات نظر عديدة تقدم به رجل يوناني يدعى نيقولا قسطنطين كريستوفيلوس ، وكان يرمى أولا وقبل كل شيء إلى استغلال النظرية الطبيعية المعروفة القائلة بأن الإلكترونات التي لها طاقات حركة عالية يمكن أن

(*) من خواص المجالات المغناطيسية احتباس الكهارب سرعة الحركة على طول خطوط التوى .

تخزن بواسطة مجال مغناطيسي قوى ، وبذلك تدخر لاستخدامها عند اللزوم . وقد رأى نيقولا هذا أنه مادامت الأرض يحيط بها مجال مغناطيسي قوى نسبيا فإن هذا المجال يمكن أن يحتجز الكهارب التي يصنعها البشر في أعلى جو الأرض .

وتحدث هذه الظاهرة فعلا في الطبيعة ، لأن مجال الأرض المغناطيسي يدخر بين ثناياه جانبا من الكهارب التي ترسلها الشمس ضمن الإشعاعات الكونية . وعندما تتجمع هذه الكهارب وتدخل جو الأرض الخارجى ، أو تدخل طبقة الأيونوسفير وخاصة حيث تدنو فتتدلى قرب القطبين تحدث ظاهرة الفجر القطبي — راجع شكل (١٣) — أو أنوار الشمال ، التي هي في جملتها تفريغات كهربية في هواء مخلخل ، والتي يلى ظهورها عادة انتشار العواصف المغناطيسية واضطراب الإذاعات اللاسلكية .

وعلى هذا الأساس تساءل العلماء : هل يستطيع البشر حقا أن يصنعوا الحالات التي تؤدي إلى مثل ظهور الفجر القطبي ؟ وإذا كان الأمر كذلك فلا بد من محاولة ذلك ضمن برنامج السنة العالمية لطبيعيات الأرض ، ولا بد أن ظواهر جديدة وغريبة يمكن أن تشاهد من جراء ذلك ، وعندما أجرت الولايات

المتحدة الأمريكية تجارب قنابلها النووية في جنوب الأطلسي ضمن برامج أرجس تضمنت تلك البرامج اختبار مدى صحة آراء اليوناني كريستو فيلوس ، فعمدت إلى تفجير قنابلها من ارتفاع ٣٠ كيلو مترا فوق سطح الأرض في ٢٧ من أغسطس مم في ٣٠ من سبتمبر عام ١٩٥٨ حتى يمكن رصد ما ينجم عنها من ظواهر طبيعية في الفضاء القريب أو في جو الأرض على نطاق واسع يشمل سطح الأرض كله خلال السنة العالمية لطبيعات الأرض . ولقد انبثت إثر تلك الانفجارات كميات وفيرة من الكهارب السريعة ، تطل جانب وفيها منها حبيس الفضاء القريب من الأرض على هيئة قشرة (هي قشرة أرجس كما تعرف اليوم) ورصد العلماء وقدروا مدى الاضطرابات الأثيرية التي نجمت عن ذلك بعد أن لسوا ما حدث من شذوذ في استقبال أنواع مختلفة من أمواج الأثير ومن بينها أمواج الرادار ، وظهر الفجر القطبي منيرا أعلى الجو ، وامتد إلى أسفل على طول خط قوى المجال المغناطيسي المار بنقطة الانفجار النووي ، مكونا ألوانا من ظواهر الضوء . ورصدت الأورورا كذلك في جزء الأزور حيث يعود خط قوى المجال المغناطيسي سالف الذكر داخلا جو الأرض ومقربا من سطحها في نصف الكرة الشمالي . هذا كله

إلى جانب ما رصد من عواصف مغناطيسية في الأماكن القريبة من مكان الانفجار .

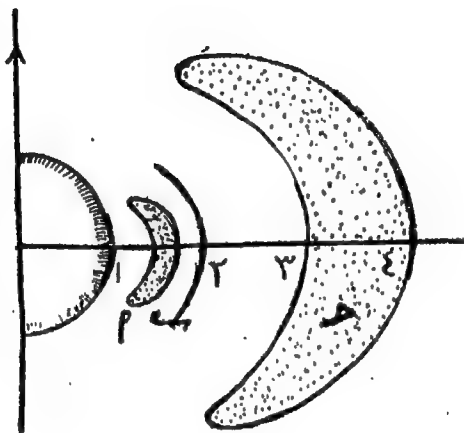
ولهذه النتائج العلمية قيمتها العظمى في الجروب، لأنه عندما تفجر قنبلة نووية على ارتفاع مئات الأميال في مكان يختار اختياراً علمياً ، يمكن أن تعطل أجهزة الراديو والرادار عن أداء وظيفتها في مكان معين بالذات. مثلاً يمكن أن يولد الانفجار النووي في أقصى المحيط الهندي فجراً قطبياً فوق شرق أوروبا كما يعطل أعمال الإذاعة والاستقبال الأرضي فيها .

وكان ضمن برامج الأقمار الصناعية رصد ما تحتجزه الطبيعة من مكونات الأشعة الكونية حول الأرض ، داخل أحزمة عرفت أخيراً باسم أحزمة فان ألين الإشعاعية ، وقد كشف أمرها القمر المستكشف رقم (١) الذي أطلق في ٣١ يناير عام ١٩٥٨ وكان يحمل معه عدداً من عدادات جيغر التي أعدها فان ألين ليقيس بها شدة الأشعة الكونية . واستمر إرسال الأقمار الصناعية حتى أطلق المستكشف السادس في ٢٧ من يوليو عام ١٩٥٨ ليسبح في مدار يميل بزاوية قدرها ٥١ درجة على خط الاستواء ، وأمكن الحصول على معلومات قيمة عن طبيعة درجة تركيز وتوزيع الإشعاعات الطبيعية ورصد القمر كذلك نتائج

برامج أرجس السابق ذكرها ، وبذلك امكن رسم الشكل الطبيعي لاحزمة فان آلين بالنسبة لفشرة أرجس ، كما قيست درجات تركيز الإشعاع في كل بقعة منها على النحو الموضح في شكل (١٨) . ورسم أيضا شكل المجال المغناطيسى للأرض .

ولقد استخدم فان آلين أجهزة صغيرة معقدة لقياس الأشعة الكونية ، تتكون أجزاؤها الرئيسية من أنابيب دقيقة من عدادات جيجر المعروفة ، مع آلات دقيقة لتعيين عدد الدقات التى تحدث وإرسالها فى صورة إشارات كهربية . وغلف الرجل بعض هذه الاجهزة بألواح الرصاص حتى يقتصر رصدها على النوى ذوات الطاقات الكبرى ، كما غلّف بعضها من ثلاث جهات فقط ، على أن تغذى إشارات كل جهاز منها محطة إرسال لاسلكية صغيرة لكى تلتقط للإشارة على الأرض . وعندما سمعت هذه الإشارات بدت فى سجلتها كنفحات من الموسيقى الغريبة غير المسلية !

وعندما أطلق المستكشف الأول ودرست الأرصاد التى جمعها لوحظ وجود ظاهرة غاية فى العجب : فوق الولايات المتحدة حيث اقترب القمر من سطح الأرض ماراً بالحضيض بلغ عدد الدقات أو الإشارات الكهربية معدلا قدره ٤٠ إشارة فى



(شكل ١٨)

الوضع التقريبي لقمر آرجس بالنسبة إلى مناطق فان آلين التي تحتبس فيها
الطبيعة الأشعة الكونية حيث :

١ = حزام فان آلين الداخلى .

٢ = موضع قمر آرجس :

٣ = حزام فان آلين الخارجى .

١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ هي أبعاد متساوية ويساوى كل بعد منها نصف قطر

الأرض .

الثانية الواحدة ، ولكن قرب خط الاستواء حيث كان القمر يبلغ أقصى ارتفاع له ويمر بالأوج وصل المعدل إلى أقل قيمة له ، كما انعدمت الإشارات خلال دقيقتين ، مما حمل على الاعتقاد بوجود خلل في الجهاز . وكثرت الافتراضات لشرح تلك الظاهرة ، أى نقص المعدل ثم انعدامه فوق خط الاستواء . ولقد عزا بعضهم الأمر إلى تغير قيمة الإشعاع الشمسى مع خطوط العرض .

وعندما أطلق المستكشف الثانى ، ثم الثالث استنتج فان آلين أن أجهزة رصد الأشعة الكونية إنما تعطى قيا معقولة طالما كان القمر الصناعي يحلق على ارتفاعات قريبة نسبيا من سطح الأرض (أى فى الحضيض من المسار) . أما عندما يدخل إلى أعماق الفضاء - حيث أوج المسار تزداد معدلات الضربات سريعا - ثم لعله لا يمكن التحكم فيها - تصل هذه المعدلات إلى الصفر ، ويظل الأمر على هذه الحال حتى يعود القمر إلى الارتفاعات الصغيرة مرة أخرى . وأخيرا وبعد جهد توصل الرجل إلى حل موفق : إن جهاز القياس عندما يتواجد فى أعماق الفضاء يفيض بجرامات عظيمة من إشعاع معين - وهذا عيب من عيوبعدادات يجبر التى كانت تستخدم - فلا يستطيع الاستجابة للإنجاز

عدد وفير من الدقائق في الثانية ، ويظل معطلا . وكان التفسير الطبيعي لكل ذلك أن الأرض تغلفها أحزمة من الإشعاعات الحادة التي تحتجز في الفضاء القريب بواسطة مجال الأرض المغناطيسى وتعرض هذه الأحزمة — راجع شكل (١٨) — طريق سفن الفضاء وتسبب الموت المحقق لمن فيها ما لم يتم عزل الأحياء عزلا كافيا .

وفي ضوء هذا الاكتشاف الهام رثى أن تطلق بعض الأقار لتسير في مدارات تنحرف إلى الشمال وإلى الجنوب بالنسبة إلى مدارات الأقار السابقة لها ، لأنها بذلك إنما تتيح فرصة عظيمة لتتبع أرساد برامج أرجس وجمعها . وأعلن في صراحة أن الأحياء الذين يعبرون الفضاء الكونى مخترقين أحزمة الإشعاعات فيه لا بد أن يتم عزلهم عزلا (*) تاما ، وفي الأغلب لا يمكنهم البقاء على قيد الحياة أكثر من أيام معدودات ، وأن

(*) درست روسيا هذه الناحية ونواحي أخرى بما أطلقوا من سفن الفضاء التي تحمل بعض الكائنات الحية ، وأهمها سفينة الفضاء التي أطلقت في أبريل ١٩٦١م أحييت للبالأرض بعد أن آتت دورة كاملة حولها في الفضاء الخارجي . وتعتبر هذه الرحلة بمثابة آخر مرحلة قبل سفر الإنسان في مركبات الفضاء ومحطاته .

تلك الجسيمات الأولية النشطة التي تسبح في الفضاء من وراء مناطق أنوار الشمال هي التي تفسر لنا ظواهر الفجر القطبي .

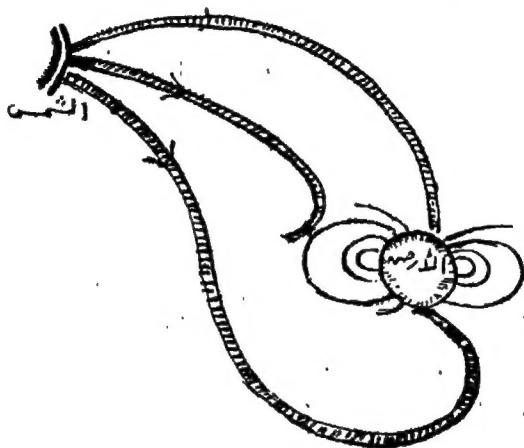
وحتى ذلك الحين لم يكن فان آلين قد كشف سوى الطبقات الدنيا لتلك الأشعة المنجمية الفتاكة ، فشرع يرسم الخطط لدراسة طبقاتها العليا باستخدام مجموعة الأقمار التي أطلقت في خريف عام ١٩٥٨ حتى شهر ديسمبر من السنة ذاتها ، ووصلت إلى ارتفاعات تراوحت بين ٧١ ألفا و ٦٣ ألفا من الأميال، وعندما تم تحليل أرصاد تلك الأقمار ثبت وجود حزامين من الأشعة المركزة بينهما منطقة من الإشعاعات الغير المركزة نسبياً ، كما ثبت أن قوام الحزام الخارجى جسيمات أولية ضعيفة إلى حد ما ، وقد تكون من البروتونات والالكترونات التي ترسلها الشمس . وينحنى الحزام إلى أسفل ويتدلى عند طرفيه ويدنو من الأرض وجوها في صورة هي أشبه شئ بقرن الثور الذى يدخل الغلاف الجوى قرب القطبين المغناطيسيين للأرض على النحو الممثل في شكل (١٨) :

وعندما اقتربت الأقمار الصناعية من القمر الطبيعى ، وعندما أرسلت الكواكب الصناعية لتدور حول الشمس على مسافات ربت على ٤٠٠ ألف ميل من الأرض ، دلت الرسائل الملتقطة

منها بصفة قاطعة على أن حزام الأشعة الخارجى لا تنتهى حدوده
 عند سطح معين من الخارج ، بل هى تمتد إلى مسافات سحيقة
 فى أعماق الفضاء ، ويأتى من وراءها مناطق أخرى على هيئة
 أنهر تجرى من الكهارب والنوى الحديثة الانبعاث من الشمس .
 يحمل القول إن الفضاء الكونى القريب ليس فراغاً تاماً
 كما قد يتبادر إلى الذهن ، ولكنه يفيض بالأشهر والغوامض
 وتحفه الأهوال التى ذكرنا جانباً منها . ويبدو أن أمراً ما يحدث
 للشمس فى سرسل أسراباً من الإشعاعات الكونية والطاقات
 الأثيرية التى تهتز لها أحزمة الإشعاع من حول الأرض ، وكذلك
 أحزمة التأين فى طبقة الأيونوسفير ، تماماً كما يهتز سطح البحر
 فى مهب عاصفة هوجاء . وفى النهاية تنفذ تلك الإشعاعات
 (أو ينفذ جانب منها) إلى أعلى جو الأرض محدثة الفجر القطبى
 فى الشمال وفى الجنوب . وبين شكل (١٩) سيلا من بعض هذه
 الأنهر كما تصورهما فريق من العلماء .

والحق أننا نعيش فى ثقب من الفضاء يغشى من حوله ما يغشى
 من مصادر النمار ومعاول الفناء . ولهذا تعجز الدول فى
 دراساتها المتكررة لتلك الأرجاء على أن تجهز سفنها بالمعدات
 اللازمة لوقاية الأحياء ، ودراسة ما ينشأ من حالات الضغط

والتعرض للأشعة الكونية الخطرة والمجالات ونحوها قبل أن
ينزح الإنسان إلى السماء .



(شكل ١٩) سبل الإشعاعات والجسيمات الأولية كما تصورها بعض العلماء
أما القبة الزرقاء فهي لا تعدو أنها ظاهرة ضوئية تنشأ بسبب
تناثر أشعة الشمس الزرقاء وتشتتها بوفرة وغزارة في جو الأرض
بحيث تغمره باللون الأزرق . ولا تحدث هذه الظاهرة في
الفضاء ، فيبدو لمرتاديه على حقيقته ، أي حالك الظلام ! وتومض
نجومه على الدوام ، كما ترى الشمس بارزة وتخز أشعتها الأجسام !

المكتبة الثقافية

١ أول مجموعة من نوعها تحقق اشتراكية الثقافة .

٢ تيسر لكل قارئ أن يقيم في بيته مكتبة جامعة تحوى جميع ألوان المعرفة بأقلام أساتذة متخصصين وبقرشين لكل كتاب .

٣ تصدر مرتين كل شهر . فى أوله وفى منتصفه

الكتاب المقام

طاغور

شاعر الحب والسلام

للدكتور نكرو ممرعياد

أول يونيه ١٩٦١

Bibliotheca Alexandrina



0269324

دار

٢

البن